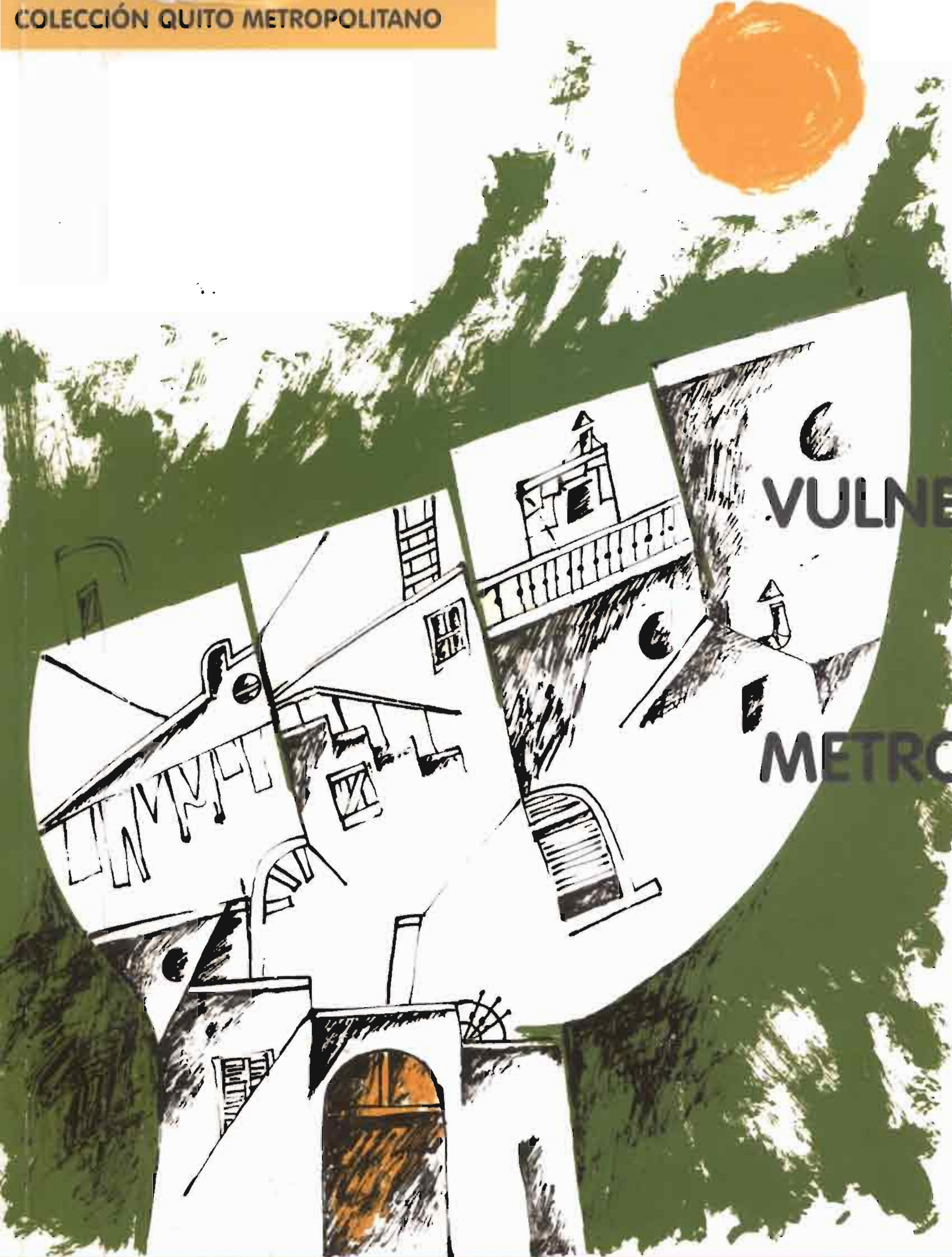
COLECCIÓN QUITO METROPOLITANO



LA VULNERABILIDAD DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Robert D'Ercole
Pascale Metzger

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito
Dirección Metropolitama de Territorio y Vivienda

Institut de Recherche pour le Développement

Municipio del Distrito Metropolitano de Quito - Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda
Institut de Recherche pour le Développement

LA VULNERABILIDAD DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Robert D'Ercole y Pascale Metzger

2004

Paco Moncayo Gallegos
Alcalde Metropolitano de Quito

Diego Carrión Mena
Director de Gestión del Territorio

René Vallejo
Director Metropolitano de Territorio y Vivienda

Nury Bermúdez
Coordinadora de la Unidad de Estudios Metropolitanos

Autores
Robert D'Ercole
Pascale Metzger

Mapas y gráficos
Robert D'Ercole
Pascale Metzger
María Dolores Villamar

Traducción y diagramación
María Dolores Villamar

Cuadro de la portada
Luis Arbondo

Impresión
Ekseption
A. Lincoln 191 y 12 de Octubre
Telf./Fax: 254 24 32, 255 94 92 - Quito

Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda
García Moreno 1130 y Chile - Quito
Telf.: 295 77 51, 2 959 794 - Fax: 258 08 13 - e-mail: dgp@quito.gov.ec
www.quito.gov.ec

Representación en el Ecuador
Whymper 442 y Coruña - Quito
Telf.: 250 39 44, 250 48 56 - Fax: 250 40 20 - e-mail: Representation.Equateur@ird.fr
www.ec.ird.fr

La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito
ISBN: 9978-970-52-5
Quito, Ecuador, diciembre de 2004

PRESENTACIÓN

Con el objetivo de consolidar una gobernabilidad local que procure el desarrollo metropolitano de Quito de forma sostenible, equitativa, ordenada y segura, la administración municipal ha asumido la planificación estratégica y preventiva como elemento sustancial de su gestión y administración. De esta manera y con base en el reconocimiento de que el territorio metropolitano se halla altamente expuesto a diversos riesgos, una de las prioridades institucionales ha sido la definición de políticas y procedimientos eficaces de prevención de riesgos.

En esta línea de actuación se inscriben los aportes conceptuales, metodológicos y de políticas preventivas del programa de investigación «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» llevado a cabo en forma conjunta entre el IRD y el MDMQ. A la contribución conceptual significativa que implica la investigación sobre los riesgos se suma la producción de conocimientos y herramientas útiles para la gestión del territorio. Un ejemplo concreto es la alimentación, validación y actualización de una base de datos geo-referenciada.

El presente estudio «La vulnerabilidad del DMQ» que complementa al que identificó, jerarquizó y localizó los elementos vitales para el funcionamiento del Distrito (Los lugares esenciales del DMQ, 2002), pretende descifrar las diversas formas de vulnerabilidad que caracterizan a estos elementos. Dicha vulnerabilidad no se resume a la sola exposición a las amenazas a las que están expuestos estos lugares o elementos estratégicos, se relaciona, entre otros, con factores legales, institucionales, de funcionamiento interno, de dependencia y de interacciones entre vulnerabilidades.

Esta investigación, desarrollada a partir del análisis integral de los elementos esenciales, de su propia fragilidad, de la identificación y caracterización de los espacios sensibles y de las modalidades de reducción de la vulnerabilidad, permite apreciar la vulnerabilidad global del DMQ. Por tanto orienta la definición de un sistema integral de gestión de riesgos como una política que sustente un desarrollo metropolitano seguro.

Arq. René Vallejo Aguirre
Director Metropolitano de Territorio y Vivienda

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de las numerosas instituciones que nos facilitaron informaciones y datos para la realización de este libro, entre ellas:

Administración zonal Sur
Agencia de Aguas Quito
Asociación de Compañías de Seguros del Ecuador (ACOSE)
Consejo Provincial de Pichincha
Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas (CONSEP)
Cooperazione Internazionale (COOPI)
Cruz Roja Ecuatoriana
Cuerpo de Bomberos de Quito
Diario El Comercio
Dirección de Emergencias 911
Dirección Metropolitana de Comercialización
Dirección Metropolitana de Medio Ambiente
Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana
Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad (DMT)
Dirección Provincial de Defensa Civil
Dirección Provincial de Salud
Empresa del Centro Histórico
Empresa de Rastro (MDMQ)
Empresa Eléctrica Quito (EEQ)
Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q)
Empresa Metropolitana de Obras Públicas de Quito (EMOP-Q)
Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO)
Empresa Metropolitana de Transporte (EMT)
Empresa de Servicio y administración de Transporte (EMSAT)
Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad (DMT)
Dirección Nacional de Hidrocarburos
Facultad de Ingeniería Civil de la EPN
Fondo de Salvamento del Patrimonio Cultural (FONSAL)
Fundación Natura
Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN)
Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)
Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)
Ministerio de Energía y Minas
Ministerio de Obras Públicas
Ministerio de Salud Pública
Petroecuador
Policía Nacional
Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito (SIAT)
Sistema Metropolitano de rentas internas
Superintendencia de Bancos y Seguros
Superintendencia de Compañías
Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTEL)
Transelectric
Unidad Operadora del Sistema Trolebús (UOST)
Unidad de Suelo y Vivienda (DMTV)

al igual que a todos los organismos (establecimientos de salud, empresas, instituciones diversas no citadas) que aceptaron responder a nuestras encuestas.

Y en especial nuestro sincero reconocimiento a las personas que nos dedicaron su tiempo, aportaron con sus conocimientos y que de una u otra manera nos apoyaron, en particular:

Ing. Jorge Angulo
Ing. Galo Atiaga
Dr. Edgar Ayabaca

Ing. Ernesto Bedón
Ing. Jorge Brito
Ing. Alicia Espinoza
Crnel Miguel Flores
Ing. Victor García
Ing. Damien Golbin
Ing. Paulina Guerrero
Ing. Hernán Guerrón
Ing. Fernando Jaramillo
Arq. Francisco Jijón
Sr. Iván Lara
Ing. Mario Manosalvas
Arq. Vinicio Marroquí
Arq. Patricia Mena
Ing. Jorge Merizalde
Dr. Manuel Minaya
Dra Norma Miranda
Ing. José Mosquera
Ing. Marcelo Narváez
Arq. Hidalgo Nuñez
Ing. Fernondo Ojeda
Ing. Ivan Parreño
Ing. Carlos Poveda
Ing. Rosario Rosero
Lcdo Aníbal Rovalino
Arq. Pablo Salme
Sr. Romeo Santillán
Ing. Diego Vallejo
Arq. René Vallejo
Dra Lorena Vinueza
Dr. Fabricio Yépez
Ing. Hugo Yépes
Ing. Othón Zevallos
Lcda. Morena Zucchelli

así como a todo el personal de la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda que nos brindó su apoyo, y al personal de la Representación del IRD en Ecuador.

Finalmente, vaya nuestra gratitud a María Dolores Villamar por su decisiva participación en la publicación, su trabajo de traducción, de edición de mapas, de diagramación y de seguimiento de todo el proceso de edición.

El equipo de investigación

Robert D'Ercole
IRD, Université de Savoie, Chambéry, France

Pascale Metzger
IRD

Coordinadores del programa de investigación y autores de este libro

Marc Souris
IRD
Desarrollo del SIG SAVANE

Nury Bermúdez
Unidad de Estudios Metropolitanos
Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda del MDMQ
Colaboradora permanente del grupo de investigación

Para esta obra, las siguientes personas trabajaron más específicamente en los temas de investigación indicados

Florent Demoraes
Université de Savoie, Chambéry, France
—movilidad, accesibilidad—

Jairo Estacio
—agua potable, electricidad, productos peligrosos, albergues—

Alexandra Mena
—salud, organizaciones sociales—

Tania Serrano
—reducción de vulnerabilidades, institucionalización de los riesgos—

Alex Tupiza
—empresas—

Apoyo técnico

Unidad de Estudios Metropolitanos – Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda del MDMQ

Joe Tupiza
(administración de la base de datos SAVANE)

Marco Vinicio Tupiza
(apoyo informático)

Jacqueline Lala
(apoyo informático)

Marcelo Yánez
(apoyo cartográfico)

Mary Caleño
(apoyo bibliográfico)

Consultas externas

Galo Atiaga
Ingeniero Civil EPN
—vulnerabilidad estructural de puentes—

Paulina Guerrero
Jefe Zonal de Medio Ambiente de la Administración Calderón
—electricidad (apagones)—

César Muñoz Romero
Ingeniero Civil EPN
—vulnerabilidad estructural de los establecimientos de salud—

Contenido

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA VULNERABILIDAD DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Generar conocimientos útiles para la prevención de los riesgos

En 1987 la ciudad de Quito es sacudida por un sismo que daña seriamente el patrimonio histórico. En 1999 es cubierta por cenizas provenientes del volcán Guagua Pichincha y luego en noviembre de 2002 por las de El Reventador. En 1997 la lava torrencial que devasta un barrio pobre, La Comuna, deja dos muertos; la de 1973, en el barrio La Libertad había causado 23 víctimas. En 1999 los levantamientos indígenas paralizan el Distrito durante cerca de 3 semanas. En el invierno de 2000 se multiplican inundaciones y deslizamientos de terreno y un derrumbe interrumpe un eje esencial de comunicación entre la ciudad y los valles orientales. El 5 de marzo de 2003 se declara un incendio en el Palacio del Congreso Nacional, apagado con dificultad debido al mal estado de los hidrantes cercanos al edificio. El 8 de abril de 2003 la rotura del oleoducto que transporta el petróleo de la Amazonía a la Costa contamina por largo tiempo, una de las principales fuentes de abastecimiento de agua de Quito. Unos días más tarde, la canalización de petróleo refinado también se rompe provocando un gigantesco incendio en el sur de la ciudad y dejando varias víctimas. Más recientemente, la falla de un relé diferencial, el 25 de junio de 2003, origina un corte de luz en el Distrito y el norte del país durante más de 5 horas.

Se podrían multiplicar los ejemplos de eventos que han afectado seriamente al DMQ durante los últimos decenios. La acumulación en corto tiempo y en espacios relativamente restringidos, de numerosos fenómenos de origen natural y antrópico, no son excepcionales. Atañen a las ciudades tanto del Norte como del Sur y muestran en especial que los sistemas sociales, técnicos o territoriales generan sus propias amenazas y que pueden sobrevenir catástrofes sin necesidad de un evento externo.

Para los responsables de las grandes metrópolis del Sur, cuyos presupuestos son limitados, las interrogantes que se plantean son: ¿cómo identificar las vulnerabilidades de los espacios que manejan y reducir los riesgos?, ¿cómo orientar las prioridades? ¿cómo optimizar los gastos de prevención?

Para responder a estas interrogantes, el IRD, en colaboración con el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ), lanzó en 1999 el programa de investigación «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito». El objetivo del programa era a la vez conceptual, metodológico y operacional, en el sentido en que pretendía impulsar el conocimiento científico de los riesgos aportando

paralelamente elementos concretos para disminuir la vulnerabilidad del Distrito.

La filosofía general del programa se basó en la idea simple de que, para ser eficaz, una política de prevención de los riesgos desarrollada a escala de un sistema territorial debe primeramente dedicarse a proteger los elementos y los espacios que son a la vez los más importantes para el territorio y los más vulnerables. La primera parte del programa se concentró entonces en la determinación de los lugares y los elementos fundamentales para el funcionamiento del DMQ. Este trabajo dio lugar a un primer libro, *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, publicado en diciembre de 2002 (D'Ercole y Metzger, 2002). Esa primera etapa permitió identificar, jerarquizar y localizar los elementos esenciales del Distrito, o dicho de otra manera, lo que este último puede perder, o incluso en otras palabras, lo que constituye la base del riesgo[1]. El trabajo aquí presentado se inscribe en la continuidad directa del primer volumen. Su objetivo es exponer diferentes maneras de analizar la vulnerabilidad del territorio metropolitano y de sus elementos esenciales. El procedimiento adoptado radica, básicamente, en un cuestionamiento conceptual de la noción de riesgo.

1 En francés se utiliza el término *enjeu* (plural: *enjeux*) para poner en evidencia lo importante. Originalmente remite a la idea de lo que está «en juego» (que podría traducirse como «albur»), o en otras palabras lo que se corre el riesgo de perder o de ganar en una apuesta, por ejemplo. En ciencias sociales, el término *enjeu* es reconocido en ese mismo sentido pero se extiende a todo lo que una sociedad, una ciudad, un actor, un grupo social puede ganar o perder con ocasión de una acción, una estrategia o un evento de cualquier tipo. En la problemática de los riesgos, los *enjeux* son, de igual manera, todo lo que se puede perder en caso de una catástrofe ligada a eventos de origen natural o antrópico (sismos, incendios, etc.). Mientras la noción de *enjeu* permite en francés poner en evidencia lo que es importante, la expresión *enjeu majeur* se utiliza para hablar de lo esencial. Esta noción, fundamental para la comprensión de la investigación emprendida, posibilita trabajar de manera a la vez selectiva y detallada. El principal interés que presenta, más allá de la comprensión del funcionamiento de un territorio como el del DMQ, radica en la posibilidad de llegar a una determinación de los elementos cuyo no funcionamiento afectaría al Distrito en su conjunto. En el procedimiento se pueden distinguir los elementos esenciales para el funcionamiento normal del Distrito de aquellos que lo son para enfrentar una situación de crisis (estos últimos analizados en los capítulos 11 y 12 de este volumen). El término *enjeu*, de uso corriente en Francia, no tiene desgraciadamente equivalente en idiomas como el español, el inglés, el portugués o el italiano. De allí las expresiones utilizadas en este libro tales como «elementos importantes» o «elementos de interés» para traducir la palabra *enjeux* y «elementos esenciales» o «elementos de mayor interés» para traducir la expresión *enjeux majeurs*.

1. Los elementos esenciales en el centro de la definición y de la evaluación del riesgo

La filosofía general de la investigación ubica a los elementos esenciales en el centro de la definición del riesgo y cuestiona la concepción habitual del riesgo «amenaza versus vulnerabilidad» que coloca a la amenaza[2] en el centro de la definición. El procedimiento propuesto supone, en efecto, comenzar la investigación sobre los riesgos del territorio estudiado, no por la cartografía y el análisis de las amenazas a las que está expuesto, que es lo que se hace comúnmente, sino por la determinación de lo que es fundamental en él, es decir los elementos esenciales. El procedimiento adoptado por el programa «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» significa pues una nueva lectura conceptual de la noción de riesgo que tiene implicaciones en la metodología y en el tipo de conocimiento que aporta la investigación.

Pese a que hoy en día abundan las investigaciones en torno a los riesgos, se observa, a nivel mundial, un sensible incremento de las pérdidas humanas, materiales y financieras vinculadas a las catástrofes. Se puede entonces considerar que la concepción clásica del riesgo, que actualmente es objeto de cierto consenso en el ámbito de la investigación, no es el buen camino. Las investigaciones sobre las amenazas y sobre la vulnerabilidad, si bien aportan conocimientos y hacen avanzar la comprensión de esta dimensión, hoy en día inevitable de las sociedades contemporáneas, no permiten concretar un procedimiento eficaz de prevención de los riesgos y de planificación preventiva de los espacios sometidos a ellos. La toma de conciencia de los límites que impone a la investigación la conceptuación del riesgo es indiscutible y se traduce en interrogantes y constantes retornos a las definiciones (Pigeon, 2002; D'Ercole y Metzger, 2004). Sin embargo, estos cuestionamientos conceptuales atañen a cada una de las dos dimensiones del riesgo, la amenaza y la vulnerabilidad, sin que finalmente se cuestione el concepto inicial.

El enfoque adoptado en el marco del programa de investigación «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» consiste, simplemente, en interrogarse primero sobre lo que es importante y se puede perder, para interesarse luego en sus diferentes formas de vulnerabilidad. Corresponde sin embargo a una cierta inversión conceptual que consiste en colocar los elementos esenciales, y no las amenazas como se hace habitualmente, en el centro de la definición y del análisis del riesgo.

En las investigaciones que utilizan la concepción clásica del riesgo, «amenazas versus vulnerabilidad»,

2 La amenaza es un fenómeno potencialmente destructor, de origen natural (sismo, huracán, erupción volcánica...), antrópico (explosiones al interior de una industria química, actos de violencia, guerra...), o mixto (por ejemplo, numerosos deslizamientos de terreno, ciertas inundaciones, sequías, epidemias...), capaz de afectar a un territorio dado.

el elemento esencial en sí nunca interviene a no ser de manera indirecta. Ahora bien, lógicamente se puede considerar que lo que define el riesgo es simplemente la posibilidad de perder aquello a lo que se atribuye importancia o, en otros términos, los elementos esenciales o las representaciones y valores sociales que implica esta noción. En «la posibilidad de perder» entra la noción de vulnerabilidad, comprendida bajo sus dos acepciones en la problemática de los riesgos, es decir la fragilidad de los elementos esenciales y las posibles consecuencias de su pérdida, su destrucción o su no funcionamiento. Las debilidades de los elementos esenciales están, por su parte, ligadas a la exposición a amenazas y a su susceptibilidad de daño lo que, desde nuestro punto de vista, no es sino una de las dimensiones de la vulnerabilidad.

2. La exposición a las amenazas como una de las formas de vulnerabilidad

¿Qué posición ocupa la amenaza en el procedimiento propuesto? Para la evaluación y la reducción de los riesgos en un territorio, lo útil no es tanto la amenaza como tal sino la manera como que esta atañe a lo esencial para su funcionamiento. Lo que interesa es entonces la exposición a las amenazas de los elementos esenciales del Distrito en la medida en que constituye un factor de vulnerabilidad. En efecto, si se entiende la vulnerabilidad como un conjunto de puntos débiles o como la posibilidad de experimentar consecuencias más o menos graves con la ocurrencia de un fenómeno destructor, el hecho de estar expuesto a una amenaza es una forma de vulnerabilidad. Uno puede colocarse en situación de exposición con conocimiento de causa (se acepta entonces de buena gana ubicarse en situación de debilidad con algunas ganancias más o menos sustanciales en compensación) o inconscientemente, lo que también traduce debilidades en la medida en que no se ha sabido o podido identificar los peligros. La exposición a las amenazas va pues mucho más allá de un simple cruce espacial entre elementos esenciales y amenazas como se considera generalmente.

Por otra parte, lo que nos interesa no es el análisis general de una o varias amenazas al interior de un territorio sino todas las amenazas capaces de afectar a un elemento esencial en particular. En efecto, si bien la cartografía general de las amenazas que pesan sobre un territorio es una dimensión útil al permitir una primera apreciación de los elementos esenciales vulnerables por su exposición, el conocimiento que se tiene de la amenaza a la escala del territorio es frecuentemente poco útil a la escala de los elementos esenciales. Además, en un territorio como el Distrito Metropolitano de Quito, las amenazas son numerosas y en realidad cubren, en diversos grados, todo el territorio. En este caso, particular mas no excepcional, el inicio habitual por la cartografía de las amenazas no necesariamente hace avanzar el conocimiento útil para la prevención ni permite actuar de manera eficaz.

Finalmente, la exposición a las amenazas, por más importante que sea, no es sino una faceta del riesgo.

Existen otras dimensiones igual de fundamentales como, por ejemplo, las debilidades internas de los elementos esenciales, independientes de las amenazas, la falta de autonomía o de alternativas de funcionamiento. Son todas esas dimensiones lo que se pretende captar partiendo de los elementos esenciales del DMQ y, con este procedimiento, no hay razón de privilegiar las amenazas. Al mismo tiempo, el procedimiento clásico de análisis de los riesgos a nivel de un territorio consiste comúnmente en definir espacios expuestos a las amenazas y luego identificar los elementos que se sitúan en ellos para finalmente tratar de apreciar su vulnerabilidad. Pensamos que el análisis de vulnerabilidad resultante en este caso está demasiado marcado por la amenaza y tiende a ocultar ciertos elementos esenciales y algunas formas de vulnerabilidad fundamentales que únicamente el enfoque con base en el elemento esencial permite captar.

3. Conocimientos más útiles para quienes manejan la ciudad

Esta manera de considerar las amenazas y la propuesta metodológica de este trabajo, que consiste en identificar en primer lugar los elementos esenciales del territorio estudiado y luego en descifrar las diversas formas de su vulnerabilidad, implica una inversión radical del procedimiento de investigación sobre los riesgos de un territorio. Esta inversión, *a priori* anodina en la medida en que se podría pensar que en el fondo pocas cosas cambian, tiene en realidad consecuencias importantes.

Primero, la identificación de lo importante no depende de una amenaza dada mientras que con el procedimiento clásico la determinación de lo que está amenazado y el análisis de su vulnerabilidad se basan en espacios expuestos identificados previamente. En segundo término, el procedimiento propuesto se interesa en todas las amenazas que pueden afectar a un elemento esencial, sean cuales fueren, mientras que habitualmente se realiza una cartografía de cada amenaza por separado. El procedimiento permite en especial evidenciar mecanismos cindinógenos de amenazas[3]. En tercer lugar, la escala de análisis de las amenazas apunta a la mejor adecuación posible con la de los elementos esenciales, lo que prácticamente nunca es el caso tratándose de los métodos tradicionales[4]. Esto implica, de cierta manera, reconsiderar los objetos de investigación y la escala de análisis de las ciencias de la Tierra. En cuarto lugar, el método permite tener en cuenta numerosas amenazas que no pueden cartografiarse, ya sea por la ausencia de territorialidad de los fenómenos o porque estos surgen del funcionamiento mismo del elemento. Finalmente, partiendo del elemento esencial, es posible identificar vulnerabilidades independientes de la exposición a las amenazas. En efecto, la no exposición de un elemento esencial de un territorio no significa su no

3 es decir, efectos en cadena que generan peligro.

4 Como se indicó anteriormente, los métodos tradicionales proporcionan por lo general una información a un nivel territorial extenso y no a nivel de un elemento de interés, como una planta de agua o un hospital.

vulnerabilidad: por ejemplo, elementos esenciales, incluso no expuestos, pueden depender, para funcionar, de uno o varios elementos que sí están expuestos.

De una manera general, el enfoque a partir de los elementos esenciales es un buen medio de captar todas las dimensiones de la vulnerabilidad sin verse limitado por las características y la zonificación (a menudo incierta) de una amenaza. Paralelamente, al descifrarse las diferentes dimensiones de la vulnerabilidad, existen posibilidades muy concretas de acción en prevención de riesgos, incluso fuera del conocimiento de las amenazas. En fin, el enfoque a través de los elementos esenciales es probablemente una manera adecuada, para los planificadores de la ciudad, de apropiarse de los resultados de la investigación, en la medida en que los elementos estudiados corresponden a elementos del territorio metropolitano vinculados directamente con sus preocupaciones.

4. De las vulnerabilidades del DMQ a la vulnerabilidad territorial

El primer volumen puso el acento en la concentración de los elementos esenciales del DMQ en un espacio muy restringido del área metropolitana. Se sabe dónde están localizados y porqué revisten tanta importancia para el Distrito. Estos conocimientos son de considerable interés para la planificación urbana en general, pero también para la prevención de los riesgos. Se trata ahora de proseguir la reflexión e iniciar el análisis de la vulnerabilidad del DMQ, de sus elementos esenciales y de los espacios donde estos tienden a concentrarse.

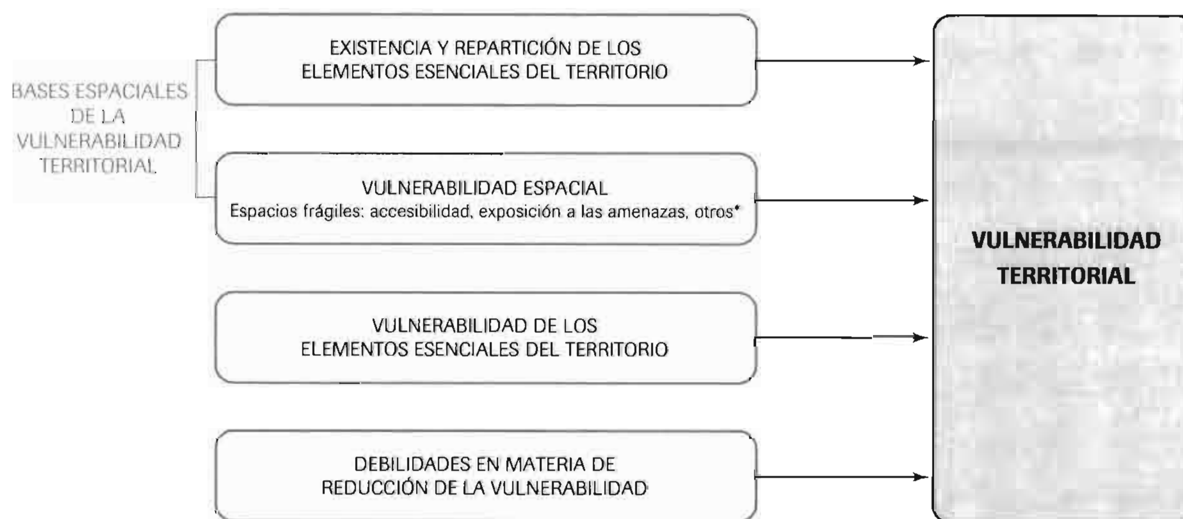
La vulnerabilidad es, objetivamente, junto a los elementos esenciales, la dimensión esencial del riesgo. Constituye sin embargo el eslabón débil de la definición que se da al riesgo, al igual que sigue siendo el eslabón débil de los estudios de riesgos que privilegian el análisis de las amenazas. Por mucho tiempo la vulnerabilidad ha sido percibida únicamente en su aspecto pasivo: la propensión de un elemento (una comunidad, un edificio, una red de abastecimiento de agua, etc.) a sufrir daños bajo el efecto de un fenómeno exterior destructor. Recientemente el concepto ha evolucionado para tomar en cuenta su dimensión activa, dinámica. La vulnerabilidad ya no es solamente el hecho de ser más o menos susceptible de sufrir daños, sino también el de estar en capacidad de generarlos, amplificarlos, darles características particulares, y su contrario es saber evitar los fenómenos destructores que la originan, o al menos anticiparlos, afrontarlos, resistirles y recuperarse después de su ocurrencia (Blaikie y otros, 1994). Así, los elementos esenciales de un territorio tienen el control de su propia vulnerabilidad y los efecros de las catástrofes se deben más a sus propias debilidades que a la sola acción de los fenómenos exteriores.

En este libro las diversas formas de vulnerabilidad que serán analizadas conciernen a la vez los espacios y los elementos (más particularmente los elementos esenciales del DMQ), pero el objetivo final es apreciar la vulnerabilidad territorial del Distrito o, en otros térmi-

nos, proceder a una lectura global de la vulnerabilidad del territorio, entendiéndose este último como «una área de apropiación por parte de un grupo social para garantizar su reproducción y la satisfacción de sus necesidades vitales»[5]. Así, el DMQ constituye un territorio con su población, sus elementos esenciales, sus reglas, su identidad, sus fuerzas y sus debilidades que lo distinguen de otro territorio. Su vulnerabilidad resulta de la transmisión, al conjunto del espacio metropolitano, de la vulnerabilidad de sus componentes, espaciales o no. La noción de vulnerabilidad territorial propuesta en el marco de esta investigación se basa, en efecto, en la articulación de 4 dimensiones, que no solamente se superponen sino que pueden combinarse e interactuar para aumentar o disminuir la vulnerabilidad del territorio: los elementos esenciales, la vulnerabilidad espacial (que asociada a los elementos esenciales constituye las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial), la vulnerabilidad de los elementos esenciales y la reducción de la vulnerabilidad (figura 1).

5 Le Berre (1992).

Figura 1 - Las dimensiones de la vulnerabilidad territorial



* No considerados en el estudio (por ejemplo, control político-administrativo)

La primera dimensión cubre aquello sobre lo que se construye el riesgo, es decir los elementos esenciales del funcionamiento del territorio. Son estos elementos los que constituyen la base de la vulnerabilidad territorial y por ende de los riesgos para el territorio. Sin elementos esenciales, sería impensable la vulnerabilidad territorial, lo que evidentemente es teórico pues la noción misma de territorio implica la de elementos esenciales. Con los solos elementos esenciales no aparece ninguna connotación de vulnerabilidad, incluso si tienden a concentrarse en ciertos lugares. En efecto, solo se puede hablar de vulnerabilidad si: (1) esos elementos esenciales se sitúan en espacios que presentan debilidades, (2) tales elementos son en sí vulnerables y (3) las medidas de reducción de la vulnerabilidad de los elementos esenciales presentan en sí debilidades o son inexistentes. Estas tres dimensiones son explicadas a continuación.

La puesta en evidencia de lo que hace el riesgo al interior del DMQ era el objetivo del primer volumen, de título significativo: *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*. En el primer capítulo de este libro se retoma la cuestión de la identificación y la localización de los elementos esenciales del funcionamiento del DMQ[6].

Forman la segunda dimensión espacios frágiles que constituyen, con los elementos esenciales, las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial. Estos espacios son frágiles por razones antrópicas, naturales o ambas. Se trata, por ejemplo, de espacios poco accesibles, espacios expuestos a amenazas, espacios difícilmente controlables en el plano político-administrativo, etc. El enfoque se basa en criterios espaciales y permite determinar una vulnerabilidad espacial que se puede definir como una vulnerabilidad *a priori* apreciada en función de datos localizados que expresan un potencial de vulnerabilidad de los espacios.

Sin embargo, esta vulnerabilidad espacial no proporciona sino una visión de las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial en la medida en que se trata solamente de potencialidades. Se sabe únicamente que los espacios sensibles evidenciados fragilizan los asentamientos humanos existentes y pueden fragilizar los asentamientos futuros. Para tornarse verdaderamente operantes, esas bases espaciales deben integrar los elementos esenciales del territorio. Así, los espacios que construyen la vulnerabilidad territorial son aquellos que simultáneamente presentan debilidades y contienen elementos esenciales del territorio. Y tales espacios son tanto más portadores de vulnerabilidad para el territorio cuanto mayores son sus debilidades y más numerosos y valiosos son los elementos esenciales que en ellos se ubican.

Según esta lógica, los capítulos 2 y 3 de la primera parte («Las bases espaciales de la vulnerabilidad

6 En relación con el primer libro, hay que anotar algunas modificaciones vinculadas en especial a la actualización de los datos (en cuanto a la red eléctrica, por ejemplo).

territorial») tratan de dos factores espaciales de vulnerabilidad: la accesibilidad de los espacios y su exposición a las amenazas. El capítulo 4 ofrece una primera lectura de la vulnerabilidad del DMQ a partir de la combinación espacial de los elementos esenciales del DMQ, de la accesibilidad de los espacios y de su exposición a las amenazas. Constituye una síntesis de las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial.

La tercera dimensión concierne la vulnerabilidad de los elementos del sistema territorial y más particularmente de los elementos esenciales para su funcionamiento. La identificación y la localización de los elementos esenciales vulnerables aportan un conocimiento adicional de la vulnerabilidad territorial. Las bases espaciales de la vulnerabilidad, como se vio, no construyen sino parcialmente la vulnerabilidad y no ofrecen sino un contexto espacial de la misma. En ese contexto espacial los elementos esenciales pueden ser más o menos vulnerables, más o menos transmisores de vulnerabilidad al conjunto del territorio. Presentan, en efecto, debilidades internas más o menos graves, dependencias más o menos marcadas. Sus alternativas de funcionamiento son más o menos efectivas o eficaces. Están en mayor o menor en capacidad de afrontar una situación de crisis en función de su grado de preparación. La capacidad de controlarlos es más o menos operacional. Finalmente, están más o menos expuestos a las amenazas[7]. La consideración de la vulnerabilidad de los elementos esenciales y de sus diferentes formas permite entonces ir más lejos en la apreciación de la vulnerabilidad territorial al tiempo que pone en evidencia espacios fragilizados por la vulnerabilidad de los elementos esenciales[8].

No obstante, el análisis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales es un proceso particularmente difícil de realizar porque supone competencia en una infinidad de ciencias y disciplinas. Concretamente, para poner a la luz las debilidades de un elemento esencial particular, la principal planta de tratamiento de agua potable de una gran ciudad por ejemplo, hay

7 La exposición a las amenazas así como la accesibilidad (componente de la capacidad de control) aparecen también en el análisis de las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial, pero no proporcionan sino el contexto espacial y no la vulnerabilidad efectiva de los elementos esenciales en relación con esos dos criterios. En el análisis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales, la escala de apreciación no es la misma, ni tampoco las modalidades de análisis: en lo que atañe a la exposición a las amenazas, ya no es el solo hecho de estar expuesto lo que importa sino ante todo el hecho, en el caso de un elemento esencial, de ser susceptible de daño. En materia de accesibilidad, el contexto espacial puede ser desfavorable pero la accesibilidad de un elemento esencial dado puede ser de una calidad claramente superior a lo que sugiere el contexto espacial (por ejemplo, porque se ha desplegado un esfuerzo particular para que tal elemento sea accesible).

8 Se debe hacer una distinción entre, por una parte, los espacios que transmiten la vulnerabilidad al conjunto del territorio y, por otra, los espacios fragilizados por la vulnerabilidad de los elementos esenciales. El

que interesarse de cerca en su funcionamiento a fin de detectar sus debilidades. Pero ella depende de fuentes aguas arriba y su vulnerabilidad incluye la o las de los procesos que se operan aguas arriba, de los que requiere para funcionar (su «materia prima»).

Además hace parte de un sistema de abastecimiento de agua con todas sus dimensiones, ciertamente técnicas pero también económicas, políticas o institucionales. El principio de la vulnerabilidad es que se presenta como un fenómeno de geometría fractal: cada elemento esencial incluye la vulnerabilidad del sistema en el que está integrado, cada sistema incluye la vulnerabilidad del macro sistema en el que está inserto... Estamos frente a un fenómeno hiper complejo, caracterizado por escalas contenidas unas en otras que van de lo infinitamente grande (la vulnerabilidad heredada del funcionamiento de la sociedad en su conjunto, por ejemplo el funcionamiento económico, político, social) a lo infinitamente pequeño (las moléculas de los productos químicos utilizados necesariamente en la potabilización del agua). Entre esos dos extremos hay pues que decidir los límites que deben darse al desciframiento de la vulnerabilidad de un elemento esencial. Guardando en la línea de mira la acción de prevención, los límites eficaces son los establecidos por la capacidad de acción de las autoridades encargadas de la prevención de los riesgos. De allí las 6 formas de vulnerabilidad que se consideraron en la segunda parte del libro para el análisis de la vulnerabilidad de ciertos elementos esenciales del DMQ:

- La vulnerabilidad «intrínseca» del elemento esencial se basa en el análisis de las debilidades que lo caracterizan (por ejemplo, el bajo nivel socioeconómico de una parte de la población del DMQ) y de las debilidades de los componentes que permiten

---

primer caso puede ilustrarse con una importante subestación eléctrica. Si esta es muy vulnerable, puede propagar su vulnerabilidad al conjunto del territorio. Su localización permite así evidenciar un espacio transmisor de vulnerabilidad (la presencia de un virus en un sistema informático funciona con la misma lógica: puede propagarse a todo el sistema, de ahí la necesidad de localizarlo). El segundo caso corresponde a los espacios que pueden verse afectados por el no funcionamiento de la subestación eléctrica. Puede tratarse de una porción del territorio directamente afectada, un barrio por ejemplo, e incluso de todo el territorio si se consideran los efectos indirectos (por ejemplo, pérdidas económicas ligadas a la parálisis de las empresas del barrio por la falla eléctrica). El trabajo de investigación presentado en este libro trata principalmente del primer tipo de espacio y apunta a la localización de los elementos y espacios que transmiten la vulnerabilidad al territorio en su conjunto. La identificación y la representación cartográfica del segundo tipo de espacio corresponde, por su parte, más al análisis del riesgo que al de la vulnerabilidad. Este tipo de análisis es particularmente complejo y aproximado en sus resultados. Sin embargo, en este volumen se proponen algunas aplicaciones con base en la vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua (capítulo 6) y en la de los elementos esenciales de la movilidad (capítulo 7).

su funcionamiento (desde sus piezas y componentes técnicos hasta la resistencia de la infraestructura física de que depende). Tal es el caso, por ejemplo, de los elementos constitutivos de las redes de infraestructura. Se trata igualmente de las debilidades internas ligadas al funcionamiento de elementos como empresas o de debilidades estructurales de los edificios que albergan a los establecimientos de salud o educativos.

- La exposición del elemento esencial a amenazas de origen natural o antrópico y su susceptibilidad de daño en la hipótesis de la concreción de tales amenazas. Estas pueden tener un origen exterior al sistema en el que se inserta el elemento (un sismo por ejemplo) o interior (por ejemplo las amenazas generadas por empresas que almacenan productos peligrosos, pudiendo estas empresas constituir al mismo tiempo elementos esenciales para el territorio). La exposición a las amenazas es un factor de vulnerabilidad pero esta no es real salvo si el elemento esencial es susceptible de daño (una estación eléctrica es por ejemplo susceptible de daño en caso de caída de ceniza volcánica, en cambio una canalización lo es mucho menos, e incluso no lo es en absoluto, si está enterrada).

- La dependencia del elemento esencial. En la medida en que la vulnerabilidad se transmite por la dependencia, debe tenerse en cuenta el hecho de que el funcionamiento de un elemento esencial sea dependiente de otros elementos o sistemas (por ejemplo, la dependencia de las estaciones de bombeo de la red de abastecimiento de agua frente al sistema eléctrico). Mientras mayor es la dependencia de un elemento esencial, mayor es su vulnerabilidad, y aún mayor si el sistema del que depende también es vulnerable.

- La capacidad de control del elemento esencial o, en otros términos todo lo que permite detectar fallas e intervenir en él, es decir su accesibilidad. Esta puede adquirir formas muy diferentes: por vía terrestre, telecomunicaciones, telecontrol, presencia de personal calificado en el lugar, etc. Mientras menos accesible es el elemento esencial, más difícil es su control y mayor su vulnerabilidad.

- Las alternativas de funcionamiento. Según sus características, un elemento esencial del funcionamiento de un territorio, una empresa por ejemplo, puede o no tener alternativas de funcionamiento en caso de crisis mayor que la afecte directa o indirectamente. La empresa que puede desarrollar varias actividades a la vez y/o ejercerlas en diferentes lugares es lógicamente menos vulnerable que aquella cuya actividad es única o aquella que no lo puede hacer sino en un solo lugar. La cuestión de las alternativas puede también considerarse de manera más amplia e implicar a todo el territorio. Un elemento esencial ejerce en efecto una función particular al interior del territorio (por ejemplo la conexión entre la ciudad de Quito y los valles orientales tratándose de una carretera). En caso de destrucción o de no funcionamiento del elemento esencial, la

vulnerabilidad de un sistema (el de movilidad, por ejemplo), al igual que la del territorio, serán tanto más importantes cuanto más limitadas sean sus alternativas de funcionamiento.

- El nivel de preparación para el manejo de crisis. Si bien es posible actuar sobre las diferentes formas de vulnerabilidad anteriores, es muy difícil pensar en eliminarlas totalmente. Por ello es necesaria una preparación previa para el manejo de crisis. Según el elemento esencial, esta preparación puede adquirir diferentes formas (planes de manejo de crisis, ejercicios de evacuación, sistemas de comunicación de emergencia, etc.). Una preparación insuficiente, o peor aún inexistente, hace a un elemento esencial dado particularmente vulnerable.

La segunda parte del libro presenta el análisis de la vulnerabilidad de algunos tipos de elementos esenciales descifrando las diferentes dimensiones en que se basa su vulnerabilidad y concentrándose en la elaboración de un método de análisis adaptado a cada tipo. Así, se analiza la vulnerabilidad del sistema eléctrico (capítulo 5), del sistema de abastecimiento de agua (capítulo 6), de la movilidad al interior del DMQ (capítulo 7), de las empresas (capítulo 8) y de la población (capítulo 9).

El cuarto componente de la vulnerabilidad territorial se refiere a la reducción de la vulnerabilidad, se trate ya sea de fragilidades espaciales o de la vulnerabilidad de los elementos esenciales del territorio. Si se implementan acciones de reducción de la vulnerabilidad y si son eficaces, se limitan sustancialmente las posibilidades de transmisión de vulnerabilidades localizadas al conjunto del territorio. Algunas de estas acciones son localizables, en especial aquellas que corresponden a la implantación de elementos útiles para el manejo de crisis (por ejemplo, los centros de decisión y de socorro en caso de emergencia, los albergues, los lugares de abastecimiento de agua, los centros de atención médica, etc.). Otras no lo son y conciernen las orientaciones escogidas en materia de reducción de riesgos, las políticas subyacentes y la integración del riesgo en la gestión institucional territorial.

Siguiendo esta lógica, los capítulos 10 y 11 están dedicados a la identificación de los elementos útiles para el manejo de crisis en el DMQ y a la localización de los lugares esenciales en ese campo. Se analiza la vulnerabilidad de estos últimos partiendo de los factores espaciales que son la accesibilidad y la exposición a las amenazas. Se procede luego a un análisis específico de vulnerabilidad de los establecimientos de salud, elementos esenciales a la vez del funcionamiento y del manejo de crisis (capítulo 12). Los capítulos siguientes tratan de las acciones de reducción de la vulnerabilidad, de su evolución en el tiempo, de sus puntos fuertes y débiles. Se examinan primeramente las diferentes modalidades de reducción de la vulnerabilidad en el DMQ (capítulo 13), para emprender luego una reflexión sobre la institucionalización de los riesgos en el Distrito o, en otros términos, el establecimiento de normas, reglamentos, estructuras y

procedimientos destinados a prevenir los riesgos y a responder a situaciones de emergencia de manera organizada, institucionalizada (capítulo 14).

La síntesis general de *La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito* ofrece una reflexión de conjunto sobre la vulnerabilidad territorial del DMQ y una cartografía sintética de los lugares que transmiten su vulnerabilidad a todo el Distrito. Tales lugares son clasificados según el grado y los tipos de vulnerabilidad que generan, y la jerarquización propuesta permite orientar y priorizar las acciones de reducción de los riesgos.

Si bien se dirige a los encargados de los riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito, este libro está destinado a todos los especialistas del tema de los riesgos, a los planificadores urbanos y, de manera general, a todo el público interesado en comprender el funcionamiento y las vulnerabilidades de la capital ecuatoriana.

PRIMERA PARTE

LAS BASES ESPACIALES DE LA VULNERABILIDAD TERRITORIAL

La vulnerabilidad territorial se puede definir como el resultado, a nivel de un territorio, de la transmisión de las vulnerabilidades particulares que caracterizan a la vez a espacios y elementos esenciales para el funcionamiento del territorio, así como a las políticas y acciones que apuntan a reducir tales vulnerabilidades. En esta primera parte se consideran las vulnerabilidades relativas a los espacios o, dicho de otro modo, las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial, que reúnen dos conjuntos de informaciones. Se trata, por un lado, de lo que constituye el fundamento de la vulnerabilidad territorial, es decir los elementos esenciales para el funcionamiento del DMQ. Su identificación, su localización y el análisis de su repartición son el objeto del capítulo 1. Por otro lado, se trata de la distinción, al interior del territorio metropolitano, de espacios más o menos frágiles según características espaciales. Entre estas últimas, se consideran la accesibilidad de los espacios (capítulo 2) y su exposición a las amenazas (capítulo 3). Accesibilidad de los espacios, exposición a las amenazas y repartición de los elementos esenciales de funcionamiento no solamente se superponen, sino que se combinan e interactúan para dar al territorio sus características globales de vulnerabilidad. Siguiendo esta lógica, el capítulo 4 presenta una síntesis de las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial.

CAPÍTULO 1

Distribución y concentración de los elementos esenciales de funcionamiento del DMQ

Este primer capítulo presenta el método utilizado para determinar los elementos esenciales del funcionamiento del DMQ y los resultados obtenidos, que permitieron poner en evidencia los lugares esenciales del funcionamiento del espacio metropolitano y su repartición en el territorio. Este trabajo constituía la primera fase del programa de investigación «Sistema de Información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito», cuyos resultados aparecen en el primer libro, *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito* (D'Ercole y Metzger, 2002). Aquí se resumen las conclusiones correspondientes, con algunos complementos cartográficos y ciertas modificaciones ligadas a la actualización de algunos datos (de la red eléctrica o del sistema de movilidad, por ejemplo).

1. Método de determinación de los elementos y lugares esenciales de funcionamiento del DMQ

El procedimiento experimental adoptado para el análisis de los riesgos en Quito consistió primeramente en determinar los elementos esenciales para el funcionamiento del DMQ, en 16 aspectos diferentes, que se pueden agrupar en 3 grandes campos de investigación.

El primero concierne la población de la ciudad y sus necesidades intrínsecas. No existe ciudad sin habitantes y estos necesitan ciertos servicios básicos para garantizar su bienestar —o su «mejor estar»—, su reproducibilidad, su crecimiento así como la calidad de

su contribución a las actividades indispensables para el funcionamiento y el desarrollo de la ciudad. Se trata particularmente de los servicios de salud y educación, aunque también de todo aquello que pueda coadyuvar al esparcimiento del individuo y de la colectividad, desde las posibilidades de recreación hasta los medios de expresar una identidad que se manifiestan en especial por la existencia de un patrimonio y una cultura reconocidos.

El segundo campo se articula en torno a las cuestiones económicas y de manejo de la ciudad. La capacidad de gestión, de administración o de enriquecimiento de una ciudad constituye, con el apoyo de su población, la palanca de su desarrollo. Así, se consideraron las particularidades de Quito en tanto capital del Estado, al igual que sus funciones administrativas a una escala local. En cuanto a la función económica, se la analizó bajo el ángulo de las empresas y del valor económico del suelo.

La ciudad no podría funcionar sin cierta cantidad de redes y de infraestructuras indispensables. Estas representan el tercer gran campo considerado, que reúne los principales elementos de la logística urbana: las infraestructuras viales, las telecomunicaciones, el abastecimiento de agua, de energía eléctrica, de combustibles y de alimentos.

Para cada tema estudiado se analizaron en primer lugar las informaciones existentes en la base de datos localizados del departamento de planificación del DMQ[1]. Se buscaron luego las informaciones más recientes que permitieran caracterizar y localizar cada elemento del campo en cuestión de la manera más clara posible, mediante un trabajo de actualización de datos. A menudo fue necesario construir enteramente un nuevo *corpus* de datos, como, por ejemplo, en el caso de las informaciones sobre las empresas, que ahora permiten caracterizar, cuantificar y representar en el espacio la actividad económica del Distrito y, por tanto, determinar los elementos y lugares esenciales de la economía quiteña. Otro ejemplo es el de la distribución de la población «de día» en Quito. Si bien la repartición de la población en su lugar de residencia (o población «de noche») puede establecerse con base en los datos del censo, la distribución de la población durante el día no puede apreciarse sino a través de la recolección de datos muy variados y el empleo de una metodología adecuada. En la gran mayoría de los casos que requirieron de una actualización o de la creación de nuevos datos, se recurrió a la información proporcionada directamente por el organismo encargado del campo considerado. Todas las informaciones reunidas durante esta investigación fueron localizadas, validadas e integradas a la base de datos, a fin de procesarlas con el Sistema de Información Geográfica SAVANE[2].

---

1 Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (DMTV).

2 desarrollado por Marc Souris (IRD) y que ha permitido, desde finales de los años 1980, constituir una base de datos localizados en la Dirección de Planificación (actual DMTV) del MDMQ.

En una segunda etapa, el análisis de los datos permitió destacar, para cada tema, los elementos que pueden considerarse esenciales. Se trata en realidad de una etapa de jerarquización de los elementos realizada en función de criterios cuantitativos, cualitativos y espaciales[3].

Los criterios cuantitativos son los más comúnmente utilizados en las operaciones simples de jerarquización que consisten en clasificar una serie de elementos en función de los valores numéricos asociados a ellos. Posteriormente se determinan umbrales cuantitativos a fin de agrupar los elementos en clases según grados de importancia. Por ejemplo, se jerarquizaron los hospitales en función del número de camas. La clasificación según uno o varios criterios cuantitativos se empleó en prácticamente todos los temas. En ciertos casos, no se disponía de datos numéricos precisos, pero se pudo, «a juicio de peritos», jerarquizar los elementos siguiendo una lógica cuantitativa.

Por su parte, los criterios cualitativos permiten atribuir una importancia a un elemento o un lugar, en función de una cualidad particular. Retomando el tema de los hospitales, la presencia de una especialidad que no existe en otra parte en el Distrito o que está poco representada hace de ese hospital un caso único muy codiciado, lo que le da gran valor. Otra manera de jerarquizar los elementos a partir de criterios cualitativos es el análisis sistémico, pues ciertos elementos cuyo papel es esencial no necesariamente aparecen a través del análisis con criterios cuantitativos. Un análisis sistémico, en cambio, posibilita comprender el funcionamiento del sistema y el papel (espacial sobre todo) de los elementos que lo componen. Este método se utilizó por ejemplo en el caso del abastecimiento de agua y de la red eléctrica.

Se adoptaron los criterios espaciales, o de localización, cuando el tema estudiado permitía destacar los elementos no necesariamente esenciales desde el punto de vista cuantitativo o cualitativo, pero cuya simple ubicación hace que desempeñen un papel importante. La central telefónica de Tumbaco, por ejemplo, situada fuera de la ciudad de Quito, no es, desde un punto de vista cuantitativo, más importante que la mayoría de centrales situadas en la ciudad, pero presenta la particularidad de cubrir un extenso territorio, lo que le confiere una importancia específica.

Toda la dificultad del método radica en definir el umbral cuantitativo o los caracteres cualitativos y espaciales que permiten identificar los elementos que serán considerados esenciales. El procedimiento tiene necesariamente un carácter arbitrario en la medida en que no existe un método universal para determinar el umbral que separa a los elementos esenciales de un sistema de sus elementos secundarios. Así, se emprendió una reflexión específica a partir de los tres tipos de criterios para determinar los elementos esenciales de cada tema. Sin embargo, se

3 El procedimiento detallado, por tipo de elemento, fue expuesto en el primer volumen (D'Ercole y Metzger, 2002, p. 7-10).

podrían contemplar otros procedimientos como, por ejemplo, la identificación de los elementos esenciales según los expertos, conocedores y responsables de la ciudad, e incluso una consulta a la población. Independientemente del método utilizado, el objetivo es primeramente identificar los «elementos esenciales» del territorio, condición previa a un análisis de la vulnerabilidad que pueda desembocar en una prevención eficaz. No se trata de descartar todo lo que no es esencial, sino justamente de protegerlo mejor en el sentido de que los elementos calificados de esenciales desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento del conjunto de elementos del sistema territorial sea cual sea la escala en la que nos ubiquemos.

Así se identificaron, analizaron y cartografiaron por separado los elementos esenciales para cada uno de los 16 temas considerados. Para tomar algunos ejemplos, los elementos esenciales de la salud son los establecimientos de atención médica que disponen de más de 100 camas en la ciudad de Quito y de más de 15 en el resto del Distrito. Aquellos de la economía del DMQ se determinaron en función de la densidad de las empresas, del número de empleos que ofrecen, del monto de los impuestos pagados, del valor del patrimonio inmovilizado y de los sectores económicos de desarrollo. En el campo del suministro de alimentos tales elementos corresponden a los dos ejes viales principales utilizados para el abastecimiento de la ciudad y a los mayores lugares de almacenamiento y distribución. Los resultados obtenidos para cada tema presentan un gran interés al permitir realizar análisis de vulnerabilidad focalizados hacia lo que es esencial en cada campo.

2. La distribución espacial de los elementos esenciales

En el marco de un análisis general de los elementos esenciales del funcionamiento del DMQ, destinado a ofrecer elementos de comprensión de los riesgos, capaces de ayudar a su prevención, es pertinente intentar realizar una síntesis territorial de los resultados obtenidos. En efecto, los elementos esenciales del funcionamiento del sistema territorial tienden a concentrarse en ciertos espacios que se convierten en lugares esenciales, estratégicos, cuyo daño acarrearía las consecuencias más graves para la ciudad. La única manera de realizar esa síntesis era agrupando en el espacio el conjunto de lugares esenciales identificados en los 16 campos de investigación, a fin de determinar, globalmente, los espacios donde se concentran elementos de interés mayor de todo tipo, es decir los lugares esenciales del DMQ.

Así, se recortó todo el territorio metropolitano en cuadrados de 400 m de lado (16 ha), formando una matriz de 28.887 mallas[4]. Luego, a partir de la cartografía de los elementos esenciales elaborada para

[4] El Distrito Metropolitano de Quito (cerca de 2 millones de habitantes) se extiende en aproximadamente 4.300 km^2 de los cuales 200 están ocupados por la ciudad de Quito y 260 por aglomeraciones suburbanas.

cada uno de los 16 temas, cada malla fue caracterizada con 16 variables binarias que indican la presencia (valor 1) o la ausencia (valor 0) de tipos de elementos esenciales. Se sumaron estos valores sabiendo que el total obtenido para una malla puede alcanzar un máximo teórico de 16 si comporta todos los tipos de elementos esenciales y un mínimo de 0 cuando ningún elemento esencial está representado en ella[5].

Primer resultado del trabajo de síntesis, el mapa 1-1 indica la suma de los diferentes tipos de elementos esenciales presentes en cada malla[6]. En primer lugar, hay que subrayar que de un total de 28.887 mallas, solamente 1.958, es decir el 6,8%, comprenden al menos un tipo de elemento de gran interés para el Distrito (cuadro 1-1). Este valor pasa a 2% si no se consideran sino las mallas que presentan al menos dos tipos de elementos esenciales y a 0,9% si se escogen aquellas que comportan al menos 3. En otras palabras, los elementos esenciales tienden a concentrarse en menos del 1% del espacio metropolitano.

Cuadro 1-1
Repartición de las mallas que cubren el Distrito según el número de tipos de elementos esenciales representados

Número de tipos de elementos esenciales	Número de mallas	%	Número acumulado de mallas	% acumulado
9	1	0.003	1	0,003
8	3	0.01	4	0,014
7	9	0.03	13	0,045
6	12	0,04	25	0.087
5	24	0.08	49	0.17
4	67	0,23	116	0,4
3	134	0,46	250	0.87
2	316	1.09	566	1,96
1	1.392	4,82	1.958	6,78
0	26.929	93.2	28.887	100

3. La concentración de los elementos esenciales en la zona central

Los valores obtenidos van de 0 a 9, lo que significa que las mallas comprenden hasta 9 tipos de elementos esenciales (de los 16 posibles). En tres mallas se concentran 8 tipos de elementos y en una 9 tipos. Estas corresponden a lugares de extrema importancia para el DMQ. Paralelamente, de las 49 mallas

5 Se habría podido proceder de otra manera tomando en cuenta, por ejemplo, el número efectivo de elementos esenciales identificados para cada tema y en cada malla (atribuyendo un valor de 3 en educación cuando había 3 establecimientos escolares), pero este tipo de método plantea problemas técnicos y conceptuales (en especial cuando no se dispone de datos puntuales). Por otro lado, el método utilizado asigna el mismo peso a todos los temas estudiados. Además, lo que nos pareció más importante fue la determinación de los lugares.

6 Por ejemplo, si una malla comprende elementos esenciales en los campos de las empresas, de la movilidad y de la educación, la suma acumulada es igual a 3.

que reúnen al menos 5 tipos de elementos esenciales, 43 se sitúan en la parte central de la ciudad. El número de elementos esenciales disminuye regularmente a medida que nos alejamos de la zona central y solamente algunos ejes esenciales de la logística del DMQ así como algunos puntos aislados alteran esta estructuración espacial (al sur de Quito, al norte y al este en el valle de Cumbayá-Tumbaco). Así, el mapa 1-1 y estas cifras ilustran una organización territorial centro-periferia sumamente marcada del territorio metropolitano según una configuración espacial típica de los mecanismos de la centralidad, característica de las grandes metrópolis de tipo europeo. En cambio, la cartografía de los elementos esenciales por gran campo (población y sus necesidades, logística urbana y economía y administración del Distrito) muestra que cada uno presenta una distribución espacial diferente: la concentración de los elementos esenciales de la economía y de la administración es muy marcada, los elementos esenciales de la población y sus necesidades están mucho más dispersos y aquellos de la logística urbana siguen lógicamente el trazado de los ejes a lo largo de los cuales se concentran los elementos esenciales de las redes (vías, agua, electricidad) que permiten funcionar al Distrito (mapas 1-2a, 1-2b y 1-2c).

La fuerte concentración de elementos esenciales en la parte central de Quito justifica una lectura más detenida de este sector. El mapa 1-3 permite, considerando las mallas contiguas que reúnen más de 3 tipos de elementos esenciales, poner en evidencia cuatro subespacios que presentan características sensiblemente diferentes.

El primero, el centro histórico, cubre 224 ha y en él se acumulan en total 74 tipos de elementos esenciales. Así, en este espacio se tienen en promedio 5,3 tipos de elementos esenciales por malla. Corresponde a un espacio de centralidad tradicional, un espacio histórico muy marcado por los elementos esenciales para la capitalidad tradicional y la administración municipal. Además reúne varios otros elementos de gran importancia en el plano de la logística (transportes colectivos, central telefónica, etc.) y más aún en el plano de la población y sus necesidades (valores elevados de densidad poblacional, patrimonio, lugares de cultura, educación).

El segundo componente del espacio central del DMQ está centrado en el barrio La Mariscal que se extiende al Norte del centro histórico hasta la avenida Francisco de Orellana. En sus 400 ha se acumulan en total 133 tipos de elementos esenciales (es decir un promedio de 5,3 tipos por malla). Es en este espacio donde se encuentra la mayor concentración y la mayor diversidad de elementos esenciales, a la vez elementos característicos de la centralidad tradicional del centro histórico y elementos de centralidad moderna que caracterizan a La Carolina.

El espacio siguiente, situado alrededor del parque La Carolina, cubre 496 ha donde se acumulan en total 148 tipos de elementos esenciales (es decir un promedio de 4,8 tipos por malla). Se trata de un espacio hipercentral moderno, particularmente representativo del campo de la economía y la administración,

donde se concentran gran cantidad de elementos esenciales de la centralidad moderna e internacional.

El cuarto subespacio se presenta de manera menos coherente y estructurada. Comprende 56 tipos de elementos esenciales en 208 ha (es decir un promedio de 4,3 tipos por malla) y estos son básicamente económicos y logísticos. La concentración que presenta es menor que las de los demás subespacios y en él se cuentan muy pocos elementos esenciales de la población y sus necesidades. Estas características lo convierten en una zona de extensión posible del hipercentro moderno, sobre todo en la perspectiva del desplazamiento del aeropuerto que, actualmente, constituye un obstáculo a su prolongación hacia el Norte.

Entre los lugares de importancia mayor para el Distrito, los resultados de este trabajo pusieron en evidencia (mapa 1-3) 4 mallas, 4 pequeñas porciones de espacio donde se concentran la mayor cantidad de elementos esenciales (es decir 8 ó 9 tipos de los 16 posibles). Estos espacios pueden considerarse como micro espacios estratégicos para el DMQ pues son de una importancia decisiva en buen número de campos. El valor elevado de estas mallas se debe a su gran relevancia en materia de población y sus necesidades (con excepción de la salud) y de economía y administración (más exactamente empresas, instituciones y capitalidad). En ellas se encuentran en cambio pocos elementos esenciales de la logística, salvo en lo que atañe a la movilidad, fundamental en todas partes.

El mapa 1-4 detalla el conjunto de los elementos esenciales presentes en dos de esas mallas así como en otras dos situadas inmediatamente al sur, comprendiendo estas 7 tipos de elementos esenciales para el funcionamiento del Distrito. Las 4 mallas cubren buena parte del centro histórico y presentan una gran variedad de elementos esenciales centrados en especial en el patrimonio y la gestión político-administrativa municipal y nacional , como lo simboliza en particular la Plaza de la Independencia.

4. Algunos espacios de centralidad periféricos

Por otra parte, fuera de la zona central, algunos espacios bien determinados en el DMQ presentan una diversidad bastante grande de tipos de elementos esenciales, que los convierte en embriones de centralidad que desempeñan un papel nada despreciable en el Distrito (mapa 1-5).

Es el caso en el sur y el norte de la ciudad a lo largo de los ejes viales mayores (Panamericana Norte y Sur). Se dibujan dos espacios de concentración de elementos esenciales, ciertamente muy limitada, pero notable en esos sectores, relativamente pobres en elementos esenciales para el Distrito. Son espacios donde se encuentran elementos esenciales a la vez para la población, la logística urbana (grandes ejes de abastecimiento, Mercado Mayorista al Sur), la economía (importante presencia de industrias) y

la administración local. Actualmente la concentración de elementos esenciales alejados del centro que se puede observar se distingue sobre todo por una configuración lineal que muestra muy claramente la dependencia de esos espacios frente a los ejes viales. Dada la dinámica demográfica de esos sectores periféricos de la ciudad, se puede esperar que se desarrollen allí elementos importantes para la población (salud, educación, recreación...).

En el valle, otro sector, que corresponde a las parroquias de Cumbayá y Tumbaco, presenta una pequeña concentración de elementos esenciales que es importante destacar. En esta zona geográfica los elementos esenciales dibujan igualmente una configuración espacial lineal, debido a que están atravesados por ejes logísticos esenciales. Los elementos de importancia en el plano de la población, de la economía y de la administración no están ausentes y están llamados a desarrollarse, en este caso también por el crecimiento de la población.

5. Los lugares esenciales del DMQ: claves de lectura del funcionamiento y de su organización territorial

Para concluir, el análisis permitió evidenciar lugares esenciales para cada uno de los temas estudiados[7]. La síntesis espacial posibilitó subrayar la importancia de algunos lugares clave de la organización territorial y del funcionamiento del Distrito:

- una gran zona de concentración de elementos esenciales de todo tipo, situada en el espacio central de la ciudad y del Distrito;
- espacios estratégicos situados al interior del espacio central, lugares poco extensos pero que desempeñan un papel fundamental en muchos campos;
- sectores periféricos que se distinguen por presentar una concentración de elementos esenciales claramente superior a sus vecinos, en el sur y en el norte de Quito por una parte, y en el valle de Cumbayá-Tumbaco por otra. Estos sectores pueden servir de apoyo a la construcción de nuevas polaridades urbanas capaces de aliviar al Distrito de la extrema concentración actual de elementos esenciales para su funcionamiento y desarrollo.

Los análisis de vulnerabilidad, en especial en términos de exposición a amenazas de origen natural o antrópico, deben pues centrarse en esos espacios y en los elementos esenciales allí presentes. Las fragilidades que se podrán observar pueden tener repercusiones a nivel del Distrito en su conjunto, e

[7] El detalle de esos resultados para cada uno de los 16 campos analizados, se encuentra en el libro Lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito (D'Ercole y Metzger, 2002).

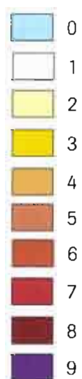
incluso más allá, debido al estatus de Quito de capital. De todas maneras, sin conocer aún los resultados de los análisis de vulnerabilidad que serán objeto de los capítulos siguientes, se presiente que la fuerte concentración de los elementos esenciales constatada puede constituir un factor de vulnerabilidad para todo el sistema urbano.

Entre las operaciones muy generales de prevención, basadas en acciones estructurales como las que apuntan a reducir la pobreza o mejorar el nivel de educación, o las operaciones muy puntuales de refuerzo de un edificio, por ejemplo, las políticas de prevención del riesgo en el sector urbano padecen casi siempre en busca de la escala óptima de intervención. Apuntamos a acercarnos a ella en la medida en que nuestro enfoque de identificación y análisis de los espacios y elementos esenciales corresponde a la escala de gestión y acción de los responsables municipales, lo cual es prometedor tanto para la planificación preventiva como para la reducción de la vulnerabilidad del DMQ.

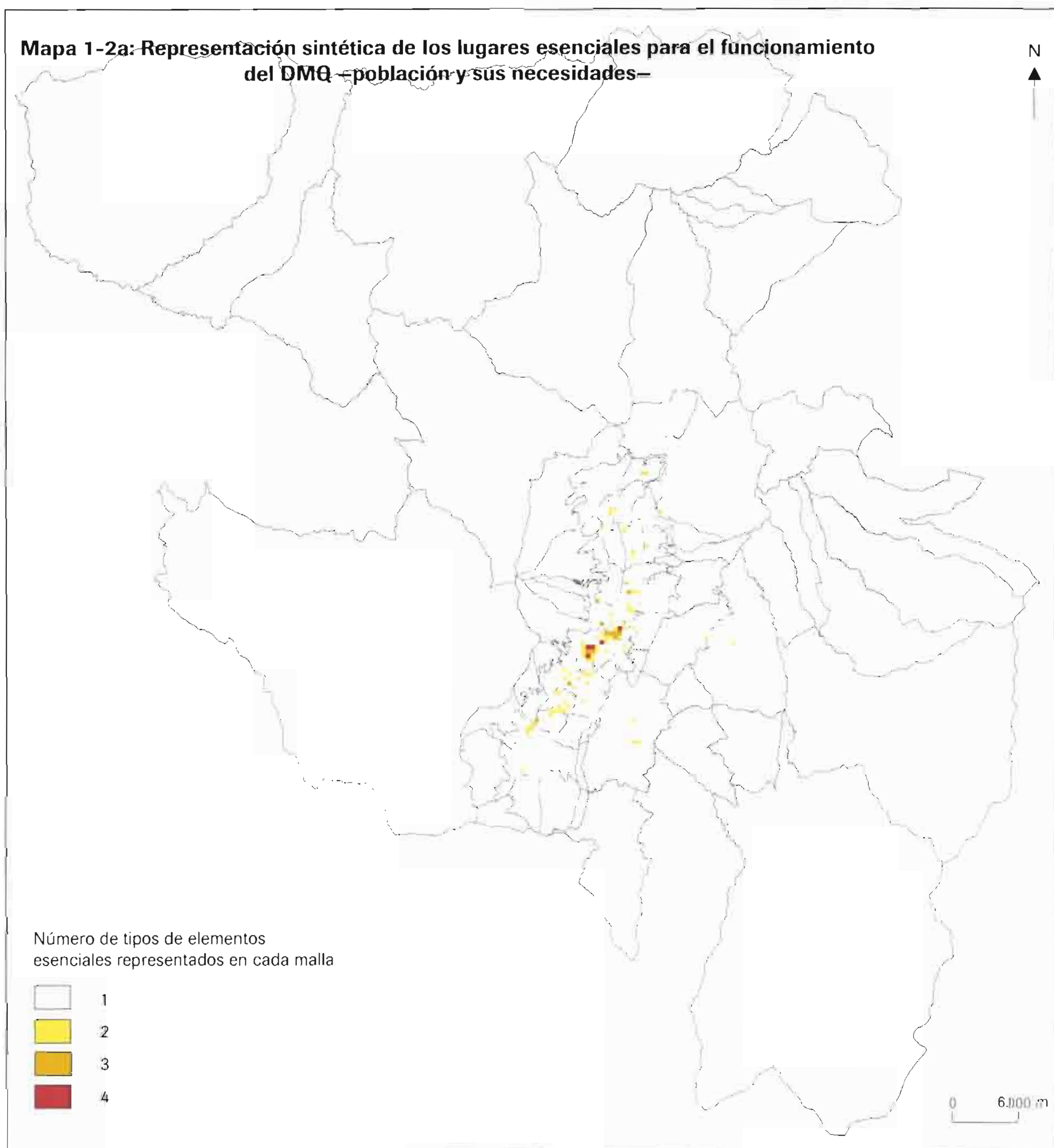
Mapa 1-1: Representación sintética de los lugares esenciales para el funcionamiento del DMQ (2004) –16 temas de investigación–



Numero de tipos de elementos esenciales representados en cada malla



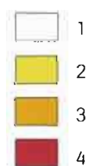
0 6.000 m


Mapa 1-2a: Representación sintética de los lugares esenciales para el funcionamiento del DMQ –población y sus necesidades–
N
Número de tipos de elementos esenciales representados en cada malla
1
2
3
4
0
6.000 m

Mapa 1-2b: Representación sintética de los lugares esenciales del DMQ —logística urbana—



Número de tipos de elementos esenciales representados en cada malla



0 8 000 m

Mapa 1-2c: Representación sintética de los lugares esenciales del DMQ –economía y gestión–



Número de tipos de elementos esenciales representados en cada malla

1

2

3

4

0 6.000 m

Mapa 1-3: Los lugares esenciales para el funcionamiento del DMQ situados en el espacio central de Quito (2004)

–síntesis de 16 temas de investigación–

N

EXTENSIÓN DEL CENTRO MODERNO

CENTRO MODERNO LA CAROLINA

CENTRO MODERNO LA MARISCAL

CENTRO HISTÓRICO

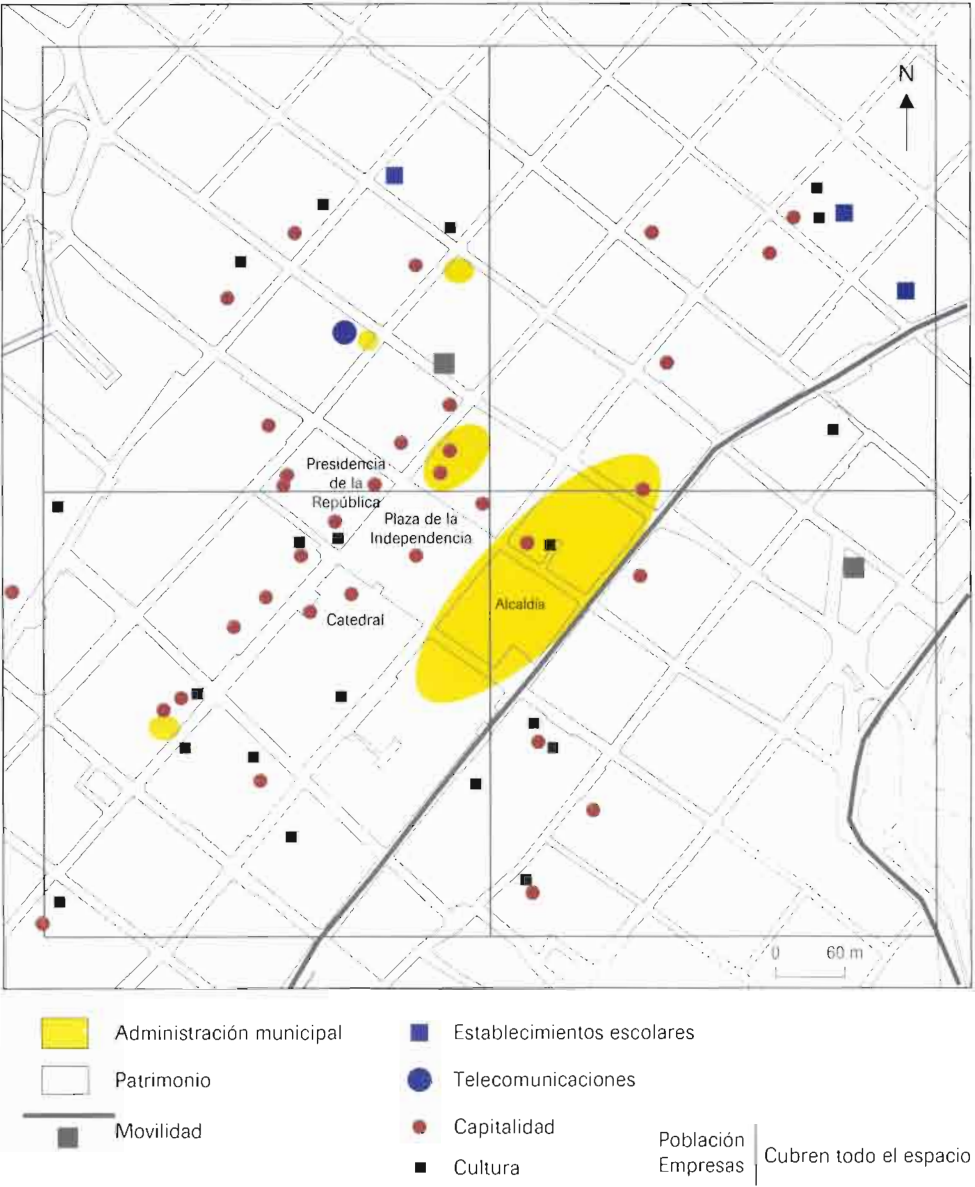
0 800 m

Número de tipos de elementos esenciales representados en cada malla



Mapa 1-4

Elementos esenciales de funcionamiento del DMQ situados en 4 mallas correspondientes al centro histórico (cada malla contiene al menos 7 tipos de elementos esenciales)



Mapa 1-5: Representación sintética de los lugares esenciales del DMQ (espacios de centralidad)



CAPÍTULO 2
Accesibilidad de los espacios en el DMQ

1. Importancia de la accesibilidad y su articulación con las nociones de movilidad, vulnerabilidad y riesgo

Según el *Diccionario de Geografía* de Lévy y Lussault (2003), la accesibilidad es «el conjunto de posibilidades efectivas de conectar dos lugares mediante un desplazamiento». La noción integra la existencia de infraestructuras de transporte y también la posibilidad efectiva de utilizarlas: una vía congestionada, autobuses poco frecuentes, transportes demasiado costosos constituyen otras tantas limitaciones para la accesibilidad. Se puede igualmente distinguir la accesibilidad física, expresada en distancias kilométricas, y la accesibilidad funcional, apreciada en términos de costos o de tiempo de acceso (Bavoux, 1998). Si nos referimos a un lugar preciso, la accesibilidad corresponde al «grado de facilidad con que se puede llegar a él» (Béguin, 1995).

La noción de accesibilidad está estrechamente ligada a la de movilidad que se puede definir sucintamente como la capacidad de moverse y que implica muchas nociones como las de desplazamiento, transporte, migración, etc. Este concepto globalizador (Lévy y Lussault, 2003) no se limita al solo desplazamiento físico efectivo y a sus técnicas, lo que se conoce como «transporte», sino que al mismo tiempo reúne:

- una serie de condiciones geográficas (marco físico, económico y social del espacio en el que se ejerce la movilidad y que influye en ella);
- un conjunto de valores culturales y sociales (importancia y valor de la movilidad en una sociedad determinada);

- un dispositivo tecnológico (las infraestructuras, los medios de transporte, las técnicas de comunicación);
- una serie de actores que organizan, orientan, limitan o favorecen la movilidad.

Lo que antecede muestra claramente que la accesibilidad de los lugares depende estrechamente del sistema de movilidad y que si este es estructuralmente poco funcional o está coyunturalmente perturbado, es la accesibilidad de los espacios la que soporta las consecuencias. Si tal accesibilidad está comprometida, aparecen entonces vulnerabilidades que se manifiestan a escalas espaciales diferentes:

- a nivel de un sector la calidad de la accesibilidad va a influir en su vulnerabilidad y en la de sus elementos esenciales, entre ellos la población, en especial en período de crisis;
- a nivel del sistema territorial (como el DMQ) una accesibilidad deficiente puede comprometer el funcionamiento de elementos interdependientes, sobre todo en el caso de una fuerte concentración de elementos esenciales y de una especialización de los espacios. Un sistema territorial funciona gracias a la complementariedad de sus subespacios que deben por tanto estar bien interconectados;
- a nivel del espacio regional, nacional o internacional en el que se integra el sistema territorial, la accesibilidad es tanto más importante cuanto que se trata de una ciudad clave en la organización de un espacio regional y con mayor razón cuando se trata de la capital de un país.

Se puede concluir que la calidad de la accesibilidad es una dimensión de la vulnerabilidad del territorio, que desempeña un papel particular en período normal y que, en caso de crisis, puede amplificar los efectos de una catástrofe.

Son numerosos los ejemplos de balances de desastres agravados debido a la dificultad, e incluso la imposibilidad, de acceder a los espacios afectados. En 1985, en Armero (Colombia) muchas personas heridas perecieron por no haber sido socorridas a tiempo a causa del cierre de vías de comunicación por los lahares generados por la erupción del Nevado del Ruiz, la insuficiencia de los medios de transporte aéreo (helicópteros) y el peligro permanente de nuevos flujos de lodo. En numerosos sectores afectados, los auxilios no pudieron llegar sino al cabo de algunos días. Igual escenario se produjo en 1998 en América Central y particularmente en Nicaragua y Honduras donde numerosas comunidades estuvieron totalmente aisladas durante varios días después del paso del huracán Mitch.

La pérdida de accesibilidad representa también un atentado a las actividades humanas y a la economía de una región o de un país. Así, los lahares del Nevado del Ruiz en 1985, al igual que los del Pinatubo en Filipinas (1991-1995) hicieron imposible el acceso a tierras cultivadas, comprometiendo la supervivencia de poblaciones ya siniestradas, aunque los cultivos no fueron directamente afectados. Luego

del sismo de 1987 en el Oriente ecuatoriano, el restablecimiento de las vías de comunicación para acceder al oleoducto, pieza vital de la economía del país, fue prioritario. Había que restablecer también, lo más rápidamente posible, el transporte de productos agrícolas entre el Oriente y la Sierra, así como romper el aislamiento social y económico de Lago Agrio y de las numerosas comunidades desorganizadas por la destrucción de la infraestructura vial.

Las caídas de ceniza en Quito en 1999 debido a la actividad del volcán Guagua Pichincha acarrearon igualmente la pérdida o la reducción de accesibilidad, lo que tuvo consecuencias importantes. Durante más de 10 días, Quito fue una capital poco accesible debido al cierre del aeropuerto. Ello perturbó seriamente las comunicaciones nacionales e internacionales y redujo sustancialmente la actividad económica dependiente del transporte aéreo, en especial la exportación de flores.

Estos pocos ejemplos muestran que una limitada accesibilidad y con mayor razón una ruptura de accesibilidad, son sinónimos de fuerte vulnerabilidad. Pero tal vulnerabilidad no se expresa solamente al momento de las crisis, es una situación, si no permanente al menos durable, de ciertos espacios. La accesibilidad influye en el dinamismo económico y social de un territorio y en la vida de sus habitantes en período normal; al mismo tiempo, una accesibilidad deficiente constituye una desventaja previa frente a cualquier crisis. En efecto, si espacios habitualmente muy accesibles pueden ver muy reducida esa accesibilidad luego de un evento destructor, los espacios habitualmente poco accesibles (debido al bajo número de alternativas viales, a condiciones topográficas o climáticas limitantes, a una mala calidad o a la insuficiencia de la oferta de transporte...) están aún más predispuestos a ver agravarse su situación en tales circunstancias, e incluso a encontrarse aislados.

Con esta lógica, el objetivo de este capítulo es reflexionar sobre la accesibilidad de los espacios al interior del DMQ en la óptica de contribuir al análisis de su vulnerabilidad territorial. Lo que interesa no es la accesibilidad del Distrito en sí, ni la vulnerabilidad del sistema de movilidad, capaz, en caso de crisis, de comprometer o empeorar la accesibilidad de los lugares[1], sino la diferenciación del espacio metropolitano en sectores más o menos accesibles habitualmente y por tanto más o menos vulnerables. Para ello se considerarán primeramente los obstáculos físicos a la movilidad en Quito, lo que constituye una información previa para el análisis de la accesibilidad. Esta última será objeto de las dos partes siguientes del capítulo, desarrollando la primera el método empleado para elaborar una cartografía de la accesibilidad al interior del DMQ y la segunda dedicada a comentar e interpretar los resultados obtenidos.

[1] Este tema se trata en el capítulo 7 de este libro.

2. Los obstáculos físicos a la movilidad en el DMQ

Como se vio anteriormente, la movilidad es un concepto que engloba numerosas realidades, geográficas, culturales, tecnológicas, organizacionales. Los obstáculos a la movilidad en Quito o en toda ciudad están pues ligados a todas esas realidades. Apoyándonos en el trabajo de Florent Demoraes realizado en el marco del programa de investigación (Demoraes, 2004), consideraremos aquí únicamente los obstáculos físicos a la movilidad en el DMQ: las barreras topográficas y antrópicas en período normal.

De una manera general, la ubicación del DMQ es apenas favorable a la movilidad (véase mapa 2-1). De un lado y otro de la aglomeración de Quito, dos conjuntos montañosos superan ampliamente los 3.000 m.s.n.m. Al oeste, los macizos de Casitagua, Pichincha y Atacazo constituyen una verdadera barrera, mientras que al este la muralla de la cordillera oriental es atravesada por una sola carretera que se dirige a la Amazonía por un paso ubicado a más de 4.000 m.s.n.m. El estiramiento longitudinal, en cerca de 50 km por algunos kilómetros de ancho, del espacio en el que se ha implantado Quito, aprisionada entre el macizo del Pichincha al oeste y un escarpado de cerca de 300 m de desnivel al este, plantea numerosos problemas en términos de accesibilidad. A ello se agrega una fragmentación topográfica ligada a numerosos obstáculos orográficos (como El Panecillo en el corazón de la ciudad, el volcán Ilaló que separa al valle de Cumbayá/Tumbaco del valle de Los Chillos, etc.) e hidrográficos (ríos Machángara, San Pedro, Chiche, Guayllabamba, etc.) acentuados por ciertas barreras antrópicas particularmente limitantes en la ciudad (aeropuerto, parque La Carolina, centro histórico).

Los fuertes desniveles característicos de una gran parte del espacio metropolitano complican los desplazamientos al interior del Distrito al tiempo que dificultan el acceso a la ciudad. Por ejemplo, para llegar a Quito desde el noreste, los vehículos deben cruzar un desnivel muy fuerte (920 m entre el punto más bajo y el más alto) y el profundo cañón cavado por el río Guayllabamba. Para acceder a la capital desde el fondo de los dos valles orientales, hay que ascender las vertientes que la rodean antes de poder descender hacia el espacio central. Al mismo tiempo, las pendientes de los ejes viales pueden ser relativamente fuertes en ciertos tramos: hasta 11 por ciento en la autopista Rumiñahui y en la Panamericana Norte, hasta 12 por ciento en la Vía Interoceánica desde Tumbaco y 13 por ciento en la Panamericana Sur[2]. Se venga de donde se venga, las

2 lo que, en un sentido reduce la velocidad de desplazamiento, pero, en otro, la incrementa y esto también presenta inconvenientes. En efecto, al ser estas vías globalmente anchas y estar en buen estado, los automovilistas tienden a conducir a gran velocidad y no es por casualidad que en esos ejes se concentran gran cantidad de accidentes que cuentan entre los más mortíferos registrados en el DMQ.

pendientes han obligado a construir carreteras muy sinuosas lo que implica un alargamiento significativo de las distancias[3].

En la ciudad, la colina del Panecillo y el cañón del río Machángara son las dos principales barreras naturales que contribuyen a hacer complejas las comunicaciones intra urbanas. La primera hace problemáticos los intercambios norte-sur y en especial el acceso de la población del sur al espacio central (entre el centro histórico y el aeropuerto) donde, como se señaló en el primer capítulo, se concentra una gran parte de las actividades metropolitanas. El segundo acrecienta aún más esta dificultad dada la posición del lecho del río Machángara al pie del Panecillo en dirección del noreste. Para cruzar este profundo corte se construyó un puente (avenida Maldonado) y se acondicionaron rellenos[4]. Por otro lado, numerosas quebradas limitan la accesibilidad de los barrios situados en las laderas. Sin embargo, en la ciudad, muchos obstáculos se deben a la existencia de equipamientos urbanos. El aeropuerto Mariscal Sucre, inicialmente implantado en una zona rural en una época en que la ciudad no iba más allá de la avenida Colón, forma parte ahora del tejido urbano. La pista de aterrizaje mide cerca de 3,8 km de largo, lo que desfavorece las comunicaciones transversales. Otros equipamientos urbanos limitan los intercambios latitudinales. Es el caso del parque La Carolina cuya longitud, de 1.600 m, constituye una verdadera barrera en pleno espacio central, que únicamente pueden cruzar los peatones. Es también el caso de las vías exclusivas de transporte colectivo a lo largo de ciertos ejes longitudinales (trolebús, Ecovía y ahora avenidas América y La Prensa), uno de cuyos efectos es la canalización obligada del tráfico que mejora su fluidez pero alarga las distancias recorridas por los automovilistas —y por los peatones— en particular en el espacio central. Paralelamente, el plano de circulación (señalización, semáforos tricolor...) favorece los desplazamientos norte-sur y afecta a la movilidad transversal.

El análisis que antecede pone en evidencia las principales dificultades de comunicación en el espacio metropolitano con un conjunto de obstáculos topográficos y antrópicos que contribuyen a alargar las distancias ya sea en kilómetros, en tiempo o en costos. Esta situación degrada la accesibilidad de ciertos espacios al interior del Distrito. Si bien tal análisis puede dar cuenta de las dificultades en términos de movilidad y presumir las dificultades de acceso de los espacios, no permite aún diferenciar el espacio metropolitano según grados de accesibilidad. De allí el análisis presentado a continuación.

3 Por ejemplo, la distancia entre El Quinche y Quito (al cruce de las avenidas de los Granados y Eloy Alfaro) es de 44 km por carretera frente a 20 km a vuelo de pájaro.

4 que sirven hoy en día de soporte al intercambiador de El Trébol, a la avenida El Cumandá en dirección de la avenida Napo y a la Rodrigo de Chávez.

3. Método utilizado para la cartografía de la accesibilidad al interior del DMQ

El método se apoya en la definición de Béguin de la accesibilidad: «grado de facilidad con que se puede llegar a un lugar» (1995). En la de Lévy y Lussault (2003), «conjunto de posibilidades efectivas de unir a dos lugares mediante un desplazamiento», la accesibilidad está ligada a la identificación de otro lugar que sirve de referencia, lo que obligaría a reflexionar en términos de accesibilidad orientada. Este no es nuestro objetivo en la medida en que se trata justamente de diferenciar el espacio metropolitano según grados de accesibilidad independientemente del lugar de referencia[5]. Por otro lado, si bien la accesibilidad se define generalmente para lugares puntuales, su análisis puede aplicarse igualmente a zonas, lo que es el objetivo de este capítulo. La metodología desarrollada[6] está centrada entonces en lo que puede incrementar o reducir el grado de facilidad que permite llegar a diferentes zonas al interior del DMQ.

En primera instancia, se dividió al DMQ en 44 zonas en función de la armazón de la red vial estructurante y principal, configurada a su vez según la topografía y la hidrografía (mapa 2-2). En otras palabras, se trata de «cuencas viales» delimitadas teniendo en cuenta los ejes viales, las discontinuidades y las barreras físicas del espacio metropolitano[7]. En la ciudad de Quito se utilizaron, además, como límites interzonales las principales arterias en la medida en que, como se vio, estas pueden constituir verdaderas barreras, sobre todo si están equipadas con una vía reservada al transporte colectivo.

Una vez realizada esta primera zonificación, se calificó la accesibilidad de las diferentes zonas recurriendo a ocho variables cualitativas y cuantitativas:

- número de vías (principales y secundarias) de entrada y salida de la zona;
- tipo de revestimiento de los accesos inmediatos a la zona;
- existencia o ausencia de una vía de penetración, eje de gran circulación que atraviese la zona de un lado a otro;
- proporción de la superficie situada a más de 1 km de un eje mayor;
- pendiente promedio de la zona;
- existencia y densidad de los ejes secundarios inervantes al interior de la zona;

5 Sin embargo, en el capítulo 12 relativo a los establecimientos de salud se experimenta un método de análisis de accesibilidad orientada.

6 por F. Demoraes, R. D'Ercole y P. Metzger.

7 La operación se realizó en dos etapas: subdivisión del Distrito en 14 grandes zonas correspondientes a otras tantas «cuencas viales» fácilmente delimitables con base en la red vial y en un Modelo Numérico de Terreno (MNT), y posteriormente recorte de la mayoría de grandes zonas después de un análisis más fino de las barreras físicas y de las discontinuidades.

- sinuosidad de los ejes inervantes;
- conexidad[8] de la red de inervación.

Para cada zona se atribuyó un valor a cada variable considerando un rango desde 0 en el caso de la mejor situación a 4 en el caso de la peor. Estos valores se sumaron para luego repartirlos en 5 clases que corresponden a otros tantos grados de accesibilidad. El mapa 2-3, elaborado con base en esos datos, muestra el grado de accesibilidad, en período normal, de las 44 zonas delimitadas al interior del DMQ[9].

Pese al interés que presenta este mapa en sí, se decidió afinar los resultados considerando de manera más sistemática la distancia en relación con los grandes ejes viales, lo que permitió obtener el mapa 2-4. Para tener en cuenta la distancia hasta los principales ejes se adoptó el siguiente procedimiento:

- delimitación de tres espacios: los situados a menos de 1 km de un eje principal, los ubicados a una distancia de 1 a 3 km de un eje principal o a al menos 500 m de un eje secundario y los localizados a más de 3 km de un eje principal y a más de 500 m de un eje secundario;
- cruce espacial de la zonificación establecida a partir de la distancia en relación con los ejes con el mapa del grado de accesibilidad de las 44 zonas (mapa 2-3), lo que desembocó en una división mucho más fina en 117 micro zonas;
- atribución del valor de accesibilidad de las 44 zonas básicas a las 117 micro zonas que las subdividen;
- modificación del valor de accesibilidad de las 117 zonas a fin de tomar en cuenta la distancia en relación con los ejes. Esta corrección siguió la lógica presentada en el cuadro 2-1;
- modificación de los valores de algunas micro zonas después de observarlas en un MNT (valores acrecentados o reducidos): en efecto, hubo que corregir ciertos resultados poco lógicos ligados a la existencia de limitaciones inducidas por barreras o discontinuidades físicas (ríos, quebradas, escarpaduras, etc.).

El mapa resultante presenta una zonificación del espacio metropolitano en siete grados de accesibilidad. Pese a los límites inherentes a la metodología empleada que lleva a rupturas a veces bruscas entre dos zonas contiguas, el mapa ofrece una buena visión del diferencial espacial de accesibilidad y por tanto de vulnerabilidad existente al interior del DMQ.

---

8 La conexidad de una red indica en qué medida es posible, partiendo de cualquier punto de un espacio, llegar a los otros puntos de él. Este criterio permite tener una idea de la proporción de vías sin salida.

9 Este mapa cubre un espacio más extenso que el Distrito Metropolitano: incorpora, en efecto, una parte del cantón Mejía, siendo el objetivo no recortar artificialmente zonas homogéneas desde el punto de vista de la accesibilidad.

Cuadro 2-1: Valores atribuidos a las 117 microzonas en función de los valores atribuidos a las 44 zonas de base, modificadas según la distancia hasta los ejes viales

Valores atribuidos a las 44 zonas de base	Valores atribuidos a las microzonas		
	Microzonas situadas a menos de 1 km de un eje principal	Microzonas situadas a una distancia de entre 1 y 3 km de un eje principal o a menos de 500 m de un eje secundario	Microzonas situadas a más de 3 km de un eje principal o a más de 500 m de un eje secundario
1 (buena accesibilidad)	0	1	2
2 (accesibilidad bastante buena)	1	2	3
3 (accesibilidad medianamente buena)	2	3	4
4 (accesibilidad bastante limitada)	3	4	5
5 (accesibilidad limitada)	4	5	6

4. Las disparidades de accesibilidad al interior del DMQ

El mapa 2-4 completado con el cuadro 2-2 muestra importantes disparidades al interior del DMQ en materia de accesibilidad. Los espacios de limitada o muy limitada accesibilidad predominan ampliamente (cerca del 80% de la superficie del distrito con grados 4, 5 y 6). La mejor accesibilidad (grado 0) corresponde *grosso modo* a la ciudad de Quito.

La accesibilidad es globalmente mejor en la mitad oriental del distrito, es decir en la ciudad de Quito, los valles y, de manera general, allí donde la topografía es relativamente poco limitante y la red vial diversificada y de buena calidad. El acceso a los sectores rurales situados al oeste o al norte de la aglomeración es, en cambio, en su conjunto, difícil, salvo en el corredor por donde pasa la carretera Calacalí/La Independencia. Estos sectores presentan una topografía accidentada y disponen de un restringido número de accesos, no siempre asfaltados, generalmente muy sinuosos. Algunas vías secundarias permiten un mínimo de accesibilidad, rápidamente limitada en cuanto se está a algunos centenares de

Cuadro 2-2: Valores de accesibilidad en relación con la superficie del DMQ

Grado de accesibilidad	% de la superficie del DMQ
0 (mejor accesibilidad)	1,5
1	3,7
2	6,2
3	9,2
4	7,5
5	19,9
6 (peor accesibilidad)	52

metros del eje (caso en especial de las vías Puéllaro/San José de Minas, Nanegalito/Selva Alegre, al norte, y de aquellas que atraviesan los macizos occidentales como la que pasa por Nono).

El norte de la ciudad de Quito y los valles orientales son en conjunto fácilmente accesibles en la medida en que están cubiertos por una cantidad relativamente elevada de ejes de gran circulación asfaltados y la red vial está allí bastante desarrollada. Sin embargo, los espacios situados en los anillos formados por los ejes mayores presentan un grado de accesibilidad decreciente a medida que uno se aleja de los ejes, salvo allí donde la red secundaria es satisfactoria. Se trata del sector Ilaló, al igual que del norte de las parroquias de Puembo y Tababela y una parte de las parroquias de Llano Chico, Zámbiza y Nayón. El sector correspondiente a estas 3 parroquias se asemeja a un callejón sin salida al que llegan tres ejes asfaltados, entre los que además no existen conexiones dada la presencia de quebradas profundas.

En la periferia de los espacios globalmente mejor cubiertos, los grados de accesibilidad disminuyen rápidamente, ya sea al oeste de la ciudad, en las faldas del Pichincha, o al este de la vía perimetral metropolitana El Quinche/Pifo/Sangolquí. La accesibilidad se torna a veces definitivamente mala, en particular al este de las parroquias de El Quinche, Checa, Yaruquí y Pifo, salvo a lo largo del eje Pifo/ Papallacta.

Conclusión

De este capítulo se destacan tres conclusiones importantes. Por una parte, la accesibilidad es una noción fundamental en cuanto se reflexiona en términos de vulnerabilidad y de riesgos a nivel de un sistema territorial como el DMQ. Tal accesibilidad puede verse muy comprometida al momento de las crisis, haciendo a los sectores en cuestión particularmente vulnerables, pero el Distrito en su conjunto puede ser afectado igualmente si el acceso a un elemento esencial para su funcionamiento es entorpecido o imposibilitado. Sin embargo, si bien los problemas de accesibilidad cobran amplitud a veces dramática en período de crisis, son ya observables en período normal y una crisis engendrada por la manifestación de fenómenos destructores no puede sino agravarlos. Es por tanto útil apreciar

la vulnerabilidad ligada a la accesibilidad en período normal.

La segunda conclusión está vinculada a las características particulares del DMQ que hacen que los obstáculos a la movilidad, tanto topográficos como antrópicos, sean particularmente numerosos y se habla solamente de los obstáculos físicos, pues aquellos ligados a los aspectos culturales, socioeconómicos y organizacionales no fueron considerados. Estos obstáculos habituales a la movilidad pueden ser mayores y más numerosos en período de crisis lo que hace presagiar importantes problemas de accesibilidad en estas circunstancias.

En fin, la zonificación de la accesibilidad al interior del DMQ permitió evidenciar no solo la extensión de los espacios poco accesibles, sino al mismo tiempo una heterogeneidad espacial bastante grande. Los espacios más fácilmente accesibles corresponden lógicamente a la ciudad de Quito, a una parte de los valles orientales y a los sectores cercanos a los ejes mayores. La vulnerabilidad espacial vinculada a la accesibilidad es globalmente elevada, e incluso muy elevada en especial en los espacios rurales situados en las márgenes del Distrito. Los resultados que ofrece la cartografía de la accesibilidad no son sin embargo sino una conclusión parcial en la medida en que la vulnerabilidad proveniente de la accesibilidad, para ser apreciada plenamente, debe ser relacionada con la presencia de los elementos esenciales del DMQ, lo que se realiza en el capítulo 4 de este libro.

Mapa 2-1
Principales barreras físicas en la aglomeración de Quito

Calacalí
San Antonio
CASITAGUA
Pomasqui
Guayllabamba
Calderón
Llano Chico
Zámbiza
Nayón
Aeropuerto
La Carolina
PICHINCHA
EL PANECILLO
Río Machángara
Cumbayá
Tumbaco
Puembo
Tababela
Yaruquí
El Quinche
Checa
Pifo
Río San Pedro
Río Chiche
Río Guayllabamba
ILALÓ
Guangopolo
Conocoto
Sangolquí
Alangasí
La Merced
ATACAZO
Amaguaña
Pintag
CORDILLERA ORIENTAL
N
0 4.000 m

BARRERAS TOPOGRÁFICAS

- Pendientes superiores al 30 por ciento
- Zona de escarpadura importante ligada a la presencia de fallas
- Ríos principales
- Altura superior a los 3.000 m
- Obstáculos orográficos que obligan a rodeos

BARRERAS ANTRÓPICAS

- Ejes con carril exclusivo que implican una restricción de los desplazamientos transversales
- Ejes con carril exclusivo en construcción
- Zona en la que la capacidad vial es reducida (centro histórico)
- Parques y aeropuerto
- Cabeceras parroquiales suburbanas
- Principales ejes viales

Fuente: Demoraes, 2004

Mapa 2-2: Delimitación y denominación de 44 zonas en el DMQ, correspondientes a «cuencas viales»



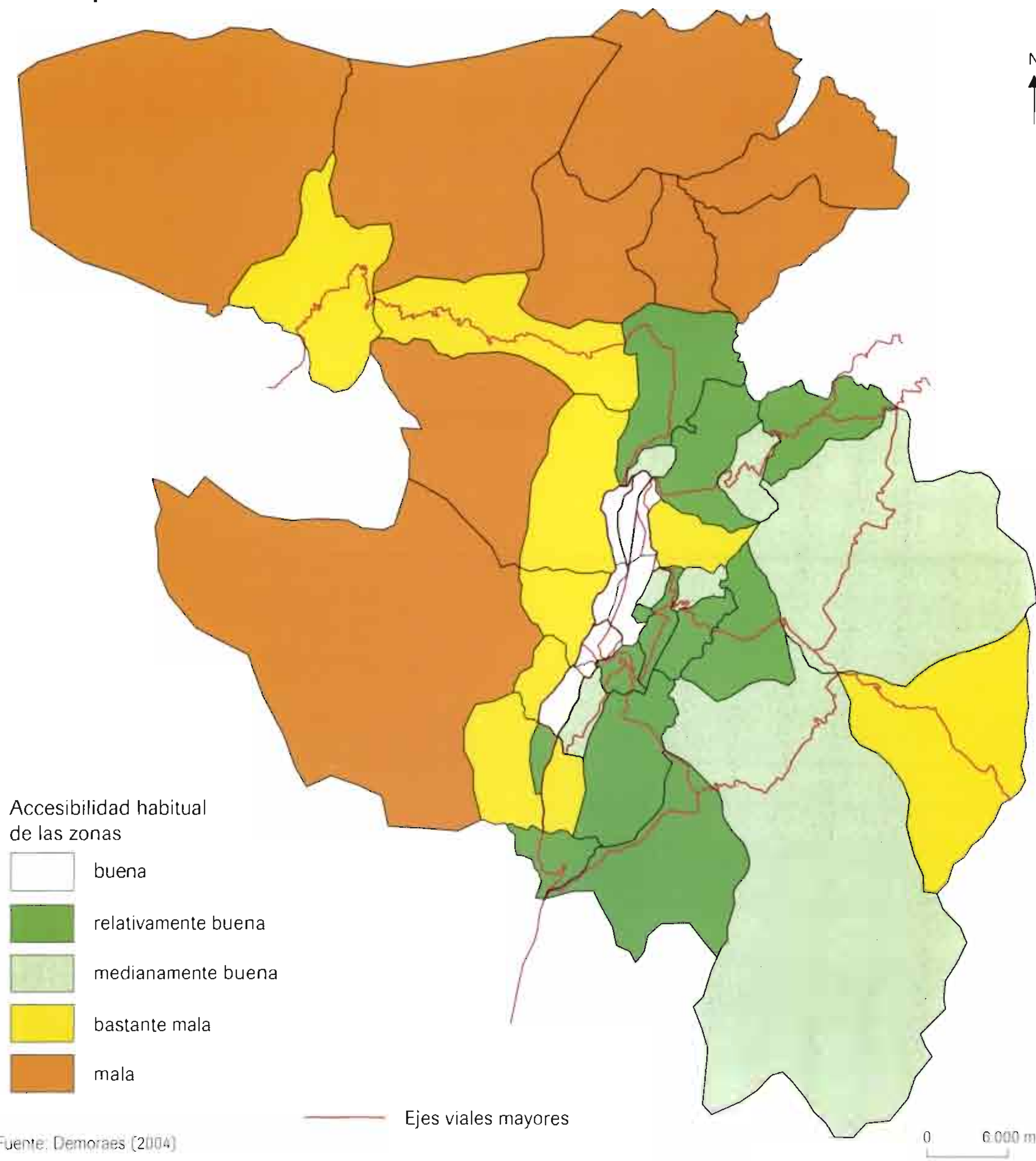
Fuente: Demoraes, 2004

Leyenda mapa 2-2

CLAVE	DENOMINACIÓN
A0	Nanegalito
A1	Calacalí
A2	San Antonio de Pichincha-Pomasqui
B3	Guayllabamba
B4	Cañón del río Guayllabamba-Oyacoto
B5	Calderón-Carapungo
C1	El Quinche-Yaruquí-Pifo-Puembo
C2	Tumbaco
C3	Cumbayá-Lumbisí
C4	Altos de Cumbayá (urbanización Miravalle)
D1	Píntag-Alangasí-La Merced-Guangopolo
D2	Amaguaña-Sangolquí
D3	San Rafael-Conocoto
E1	El Condado-Cochapamba
E2	Cotocollao-La Concepción
E3	Ponceano-Aeropuerto
E4	El Inca-Kennedy - Cristiania
E5	Llano Chico-Zámbiza-Nayón
E6	Carcelén
F1	Colinas de Pichincha-El Armero-San Juan-La Libertad
F2	Belisario Quevedo-Rumipamba
F3	Jipijapa-Iñaquito-Mariscal Sucre
F4	Batán Alto-Bellavista-Parque Metropolitano
F5	Panecillo-CHQ-El Ejido
F6	Nueva Oriental entre Los Granados y la autopista Rumiñahui

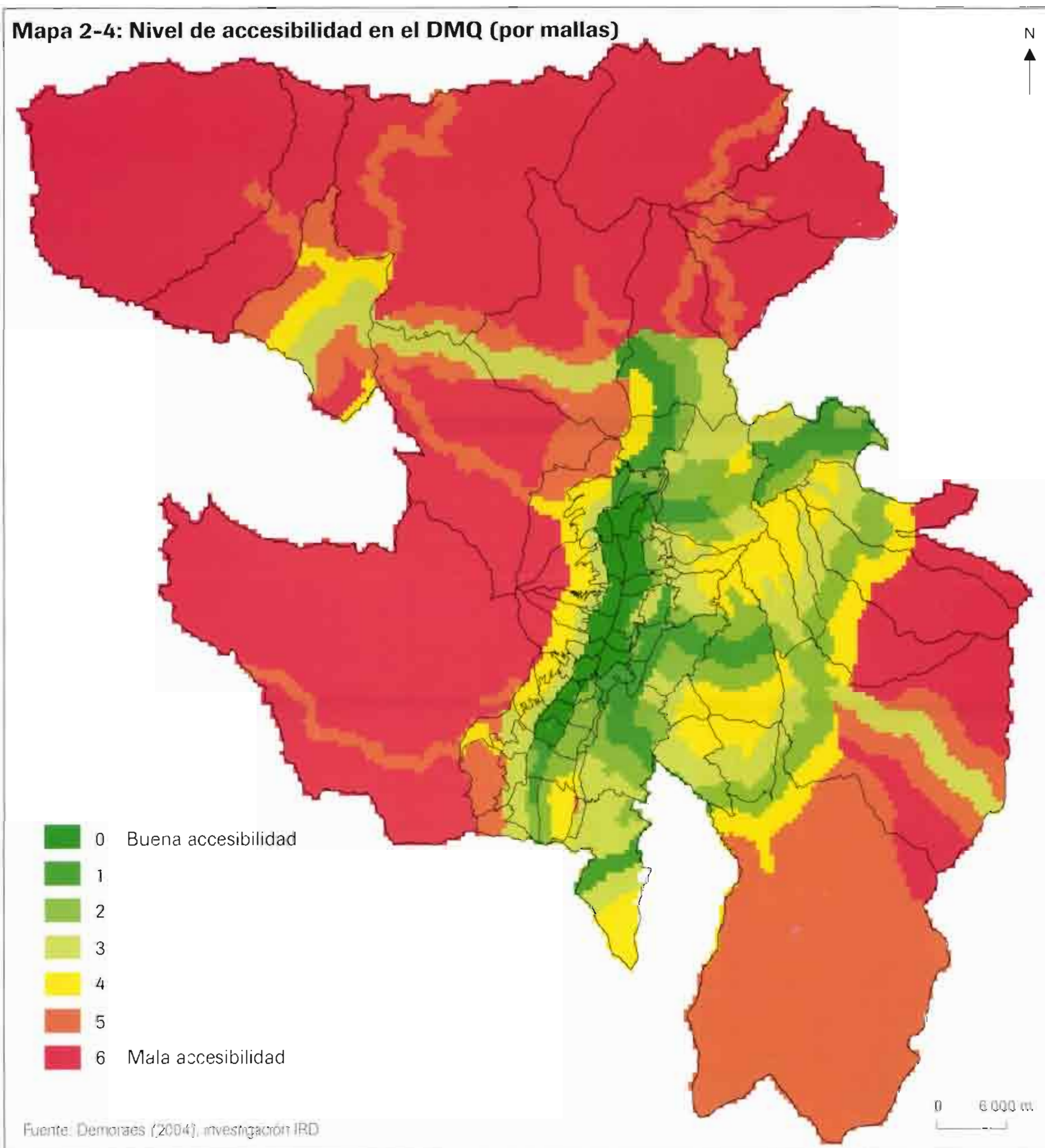
CLAVE	DENOMINACIÓN
F7	Barrio La Paz-Guápulo
G1	Chilibulo-La Mena
G2	Magdalena-San Bartolo-Solanda
G3	Puengasí
G4	Chimbacalle-La Ferroviaria-La Argelia
H1	Chillogallo-La Ecuatoriana-Guamaní
H2	Fundeporte-Quitumbe
H3	El Beaterio-Turubamba
I1	Acceso desde la Amazonía-Mulauco-La Virginia
K1	Pacto-Gualea
K2	Nanegal
L1	San José de Minas
L2	Chávezpamba-Atahualpa
L3	Puéllaro
L4	Tanlagua
L5	Pululahua-San José de Nieves
M1	Nono
N1	Lloa
O1	Cutuglahua - Tambillo

Mapa 2-3: Accesibilidad habitual de las 44 «cuencas viales» delimitadas en el DMQ



Fuente: Demoraes (2004)

Mapa 2-4: Nivel de accesibilidad en el DMQ (por mallas)



Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

CAPÍTULO 3
Exposición del DMQ a las amenazas

1. Reflexiones sobre la noción de amenaza y particularidades del DMQ

Al mismo título que la accesibilidad, la exposición a las amenazas es un componente esencial de la vulnerabilidad espacial del DMQ. Más que las amenazas en sí, lo que nos interesa es la exposición del territorio a las mismas. En efecto, cuando un territorio está expuesto a una o varias amenazas, este, al igual que los elementos que contiene, están inevitablemente en situación de fragilidad, lo que implica riesgos. El objeto de este capítulo es pues identificar las amenazas a las que está expuesto el territorio metropolitano y su repartición espacial. Es sin embargo útil, previamente comprender lo que reviste la noción de amenaza.

La amenaza es un fenómeno potencialmente destructor, de origen natural (sismo, ciclón, erupción volcánica...), antrópico (explosiones al interior de una fábrica de productos químicos, actos de violencia, guerra...) o mixto (por ejemplo, ciertos deslizamientos de terreno, inundaciones, sequías, epidemias...), capaz de afectar a un territorio definido por la presencia y la importancia de los elementos que se ubican en él (habitantes, bienes, patrimonio, actividades, etc.). Puede caracterizarse por su naturaleza, una intensidad, una extensión espacial y también una frecuencia. Si bien no es totalmente aleatoria, constituye una potencialidad destructora que genera incertidumbre y por tanto dificultades políticas de manejo de los riesgos. Es posible, en efecto,

aproximarse a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno dado, al igual que a su intensidad, pero jamás se puede definirlas con precisión.

Por otro lado, la noción de amenaza natural (como la de riesgo natural), a menudo utilizada, es muy cuestionable. En efecto, la amenaza puede tener un origen natural pero se antropiza rápidamente, sobre todo en el medio urbano, lo que significa que el comportamiento de los hombres, las actividades y el uso del suelo influyen en diversos grados en los procesos físicos. En otras palabras y particularmente en el medio urbano, los destructores no son los procesos naturales en sí sino muchas veces su transformación por la antropización del medio. Es por ejemplo el caso de las inundaciones cuando la cantidad, la velocidad y la trayectoria de los flujos se ven modificadas por la ocupación y la impermeabilización de los suelos. Es también el caso de las ondas sísmicas, cuya propagación, frecuencia, trayectoria y amplitud son alteradas por la existencia de construcciones o de rellenos realizados por el hombre. Es bastante conocido que no son las sacudidas sísmicas en sí lo que ocasiona la pérdida de vidas humanas, sino los hundimientos de los edificios y los incendios que desatan. En el medio urbano, debido a una actividad humana intensa y compleja, las amenazas responsables de destrucción están ampliamente antropizadas y por tanto ya no tienen sino un lejano origen natural.

Finalmente, una amenaza cuando se manifiesta, rara vez presenta una configuración simple. A menudo se producen efectos en cadena. Un sismo puede generar deslizamientos de terreno y la ruptura de represas que provocan violentas inundaciones. Estas pueden a su vez desatar cortocircuitos, incendios o explosiones en industrias que manejan productos peligrosos. Las amenazas, además de la incertidumbre que las rodea, son pues fenómenos complejos cuyas manifestaciones son muy difíciles de prever. Generalmente son analizadas independientemente unas de otras pero hay que guardar en mente esta complejidad que, aunque evidente al hacer un balance de una catástrofe, es a menudo ignorada al momento de evaluar los riesgos.

En el caso de Quito, debido al contexto geodinámico, geomorfológico, hidroclimático y antrópico, las amenazas son particularmente numerosas y variadas. Algunas tienen fuertes probabilidades de ocurrencia como las inundaciones ligadas a defectos de los colectores, los deslizamientos de terreno o los accidentes vinculados con el almacenamiento y el transporte de productos peligrosos. Otras sobrevienen con frecuencias claramente menores como los sismos, las erupciones volcánicas o los derrumbes generalizados de vertientes. Algunas tienen efectos limitados, e incluso puntuales, en el espacio (como deslizamientos de terreno, aluviones, inundaciones del tipo que se conoce en Quito), otras pueden tener consecuencias mucho más amplias (sismos, caída de ceniza, contaminación de las aguas, etc.). Finalmente, como lo indica el mapa multi-amenazas del Ecuador (mapa 3-1), algunas amenazas pueden atañer a una gran parte del Distrito (deslizamientos

de terreno), e incluso a la totalidad de él (sismos, erupciones volcánicas), mientras que otras pueden afectar apenas a porciones reducidas del territorio (inundaciones, fenómenos ligados al almacenamiento de productos peligrosos, etc.).

Para analizar la exposición del territorio metropolitano a las amenazas, nos basamos globalmente en la información existente en este campo. Es el caso de las amenazas volcánicas, sísmicas, geomorfológicas, hidroclimáticas y morfoclimáticas que son objeto de las cinco primeras partes del capítulo. La cuestión de los productos peligrosos, objeto de la sexta parte, es en cambio el resultado de investigaciones realizadas por el equipo del IRD con el apoyo de instituciones tales como la Fundación Natura, el CONSEP[1], la Dirección Nacional de Hidrocarburos, el SIAT[2] o el Cuerpo de Bomberos de Quito. La última parte del capítulo ofrece una síntesis cartográfica de la exposición del DMQ con base en los seis tipos de amenazas analizados previamente.

Las limitaciones de la información presentada en este capítulo serán desarrollados más adelante. Sin embargo, es conveniente resumirlos de entrada a fin de que el lector pueda apreciar los resultados con todas las precauciones necesarias. Tales limitaciones se deben, por una parte, a la diversidad de las amenazas consideradas. Los seis tipos de amenazas considerados constan entre los más significativos de la situación del DMQ, pero no cubren toda la panoplia de amenazas que este puede enfrentar. No se consideraron, por ejemplo, los incendios (al menos aquellos que no están vinculados con el almacenamiento de productos peligrosos) ni los movimientos sociales en cuyo caso sería posible, por experiencia, localizar los lugares más expuestos. No se analizaron tampoco otros fenómenos como las granizadas, las sequías o los fuertes vientos[3].

Por otra parte, los límites atañen a los resultados cartográficos. Estos se apoyan en datos que corresponden al estado actual de los conocimientos en materia de exposición a las amenazas en Quito. Ahora bien, no todos los datos cubren la superficie total del Distrito Metropolitano. En otras palabras, ciertos espacios, en especial en la periferia del DMQ, presentan pocas amenazas porque la información cartográfica es inexistente, lo que evidentemente no significa que así sea. Por otro lado, inevitablemente imperfectos, estos conocimientos están llamados a evolucionar. Los lugares expuestos que presentan los mapas corresponden pues a una exposición potencial (lo que por cierto es una característica esencial de las amenazas) y requieren de estudios posteriores a mayor escala, en particular allí donde, en función de la información existente, la

1 Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas.

2 Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito de la Policía Nacional.

3 La cuestión de las sequías fue evocada en los capítulos 7 y 8 relativos a la vulnerabilidad del sistema eléctrico y a la del abastecimiento de agua respectivamente.

exposición es más preocupante, en términos ya sea de intensidad o de diversidad de los fenómenos que podrían producirse.

2. Amenazas volcánicas

Mientras los volcanes eran ante todo parte del marco natural, en el espacio de algunos años (1998-2002), la capital del Ecuador ha sido afectada directamente por dos erupciones, la del Guagua Pichincha, situado a menos de 15 km al oeste del centro histórico de Quito (actividad freática hasta el 23 de septiembre de 1999, magmática luego) y la de El Reventador (3 de noviembre de 2002) ubicado a un centenar de kilómetros de Quito, en la zona subandina. El largo período de alerta vinculado a la espera de una erupción del Guagua Pichincha, así como la caída de ceniza que produjeron ambos volcanes, perturbaron seriamente la actividad económica y social de la capital[4] y recordaron que esta está situada en un contexto geodinámico muy propicio a las erupciones. El arco volcánico ecuatoriano es, en efecto, el resultado de la subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental Sudamericana y varios volcanes apagados o potencialmente activos se distribuyen siguiendo cuatro alineamientos a lo largo de la cordillera Occidental, del callejón interandino, de la cordillera Real y en el Oriente[5].

Varios volcanes activos están localizados en o cerca de el DMQ, que se encuentra prácticamente rodeado (mapa 3-2). El Guagua Pichincha ha afectado seriamente a Quito en varias ocasiones a lo largo de la historia: en 1560, 1575, 1582, 1660 y, menos intensamente, en 1843 y 1868. Es sobre todo la erupción de 1660 la que más ha marcado la memoria y dejado testimonios escritos, debido a las grandes cantidades de ceniza que se depositaron en la ciudad[6]. El Cotopaxi, ubicado aproximadamente a 60 km al Sur de Quito, ha experimentado igualmente varias erupciones (alrededor de 30 desde la colonización española), de las cuales algunas llevaron ceniza hasta Quito y afectaron gravemente al valle de Los Chillos y, en menor medida, al valle de Cumbayá-Tumbaco bajo el efecto de flujos de lodo (o lahares) producto de la fusión parcial del glaciar que cubre al volcán (1742, 1744, 1768 y 1877). Las últimas erupciones de los demás volcanes son más antiguas, pero no por ello tales volcanes dejan de constituir una seria amenaza, como es el caso particularmente del Cayambe, ubicado a 50 km al noreste de Quito (no representado en el mapa), cuya última erupción se re-

[4] Para la erupción del Guagua Pichincha, véase Metzger, D'Ercole y Sierra (1999), D'Ercole y Metzger (2000) y D'Ercole y Metzger (2002), y para la de El Reventador, Estacio y D'Ercole (2003).

[5] Hall y Beate (1991).

[6] Según algunos textos, se habrían depositado ceniza aproximadamente en 20 cm de espesor en la ciudad (cifra considerada exagerada hoy en día), generando desplomes de techos, la muerte de parte del ganado y pérdidas en los cultivos de los alrededores. Además, la población tuvo que evacuar la ciudad durante algún tiempo.

monta a 1785-1786 (Samaniego y otros, 2004) y el Antisana localizado a 50 km al sudeste de Quito que ha experimentado igualmente erupciones históricas (1728, 1773 y tal vez 1801)[7]. Otros han tenido una actividad más remota, como el Pululahua hace 2.300 años y un tanto antes el Ninahuilca. Además, algunos más alejados, como El Reventador, pueden también afectar al DMQ con caída de ceniza. Fue el caso en 2002, pero las cenizas de ese volcán han llegado a la capital una decena de veces desde el siglo XVI.

El mapa 3-2 presenta los sectores del Distrito expuestos a la amenaza volcánica así como los productos vinculados con las erupciones (no están representadas las caídas de ceniza que pueden afectar a todo el territorio metropolitano). Los flujos piroclásticos[8] constan entre las amenazas volcánicas más destructoras, pero, globalmente, salvo en el caso poco probable de erupción del Pululahua o del Ninahuilca, el DMQ está relativamente poco expuesto a este tipo de fenómeno. Sin embargo, los flujos piroclásticos del Guagua Pichincha, posibles en el flanco oeste del volcán, podrían amenazar localidades como Lloa situadas a proximidad del cráter, pero en el caso del DMQ los peligros más inquietantes son la caída de ceniza y los flujos de lodo.

Quito ha experimentado recientemente caídas de ceniza pero podría tratarse de mayores cantidades como fue el caso en 1660. El desarrollo de una columna pliniana[9] podría, en efecto, generar importantes caídas de ceniza y de lapillí que afectarían más o menos severamente a la capital según la dirección de los vientos dominantes[10]. Los daños pueden ser importantes (entre otros el hundimiento de techos en el centro antiguo), pero más allá de los daños puntuales, las perturbaciones del funcionamiento urbano pueden ser muy variadas. El cuadro 3-1 proporciona un ejemplo de las consecuencias de la alerta naranja y de la caída de cenizas sobre Quito vinculada a la actividad del volcán Guagua Pichincha. El evento fue relativamente menor (algunos milímetros de ceniza solamente) pero los efectos fueron múltiples. Además, la columna «alerta naranja» del cuadro muestra que la prevención contra la amenaza puede, por sí sola, originar serias perturbaciones en el funcionamiento urbano, incluso antes de que el volcán erupcione.

7 Fuente: IG-EPN.

8 Son masas incandescentes formadas por ceniza, gases y fragmentos de roca a altas temperaturas. Se desplazan pendiente abajo a altas velocidades (50-250 km/h) y tienen elevadas temperaturas al momento del depósito (350-1.000 °C). Se producen durante las erupciones explosivas por el colapso de las columnas eruptivas o de un domo de lava (fuente: IG-EPN).

9 Las erupciones plinianas se caracterizan por el desarrollo de columnas eruptivas que pueden alcanzar de 20 a 30 km de altura.

10 Por lo general, en Quito, los vientos soplan en dirección este-oeste, pero a veces lo hacen en sentido inverso, lo que ocurrió en especial cuando la erupción del Guagua Pichincha del 5 de octubre de 1999.

Cuadro 3-1

Síntesis de las consecuencias de la alerta naranja (del 27 de septiembre al 4 de octubre de 1999) y de las caídas de ceniza (fines de septiembre/principios de octubre) en Quito ligadas a la reactivación del volcán Guagua Pichincha

Elementos del sistema urbano que han soportado y/o generado las más graves consecuencias	Alerta naranja	Cenizas
Población evacuada (Lloa)		
Establecimientos escolares		
Aeropuerto		

Elementos del sistema urbano que han soportado y/o generado consecuencias negativas moderadas	Alerta naranja	Cenizas
Integridad física de la población		
Integridad moral de la población		
Sistema de abastecimiento de agua		
Transportes colectivos e individuales		

Elementos del sistema urbano que han soportado y/o generado consecuencias negativas menores	Alerta naranja	Cenizas
Telecomunicaciones		
Red eléctrica		
Hospitales		
Patrimonio histórico		
Valor del suelo		

Fuente: D'Ercole y Metzger, 2000.

En gris: efectos en el campo correspondiente.

Las amenazas volcánicas más temibles para el Distrito, debido a su carácter destructor, son los flujos de escombros y lodo (lahares). Se trata esencialmente de flujos de lodo que pueden producir las erupciones del Guagua Pichincha y del Cotopaxi. En el caso del Pichincha, estos pueden desarrollarse en las laderas occidentales por la movilización de la ceniza con precipitaciones que acompañan a la erupción o posteriores a ella, y por flujos torrenciales en las quebradas. En la ciudad de Quito, más de 2.000 hectáreas, es decir más del 10% de su superficie, están expuestas a ello: en los flancos del Pichincha y en las partes planas situadas frente a las quebradas, principalmente en las parroquias de Cotocollao, La Concepción, Santa Prisca, San Roque, La Magdalena y La Villa Flora.

En el caso del Cotopaxi, los lahares producidos por la fusión del casquete glaciar que recubre al volcán podrían afectar a una parte importante del DMQ a lo largo de los ríos Salto, Pita, Santa Clara, San Pedro, amenazando a una gran parte del valle de Los Chillos así como al valle Cumbayá-Tumbaco. Estos espacios, poco poblados cuando las últimas grandes erupciones del Cotopaxi, están hoy en día muy urbanizados. El mapa 3-2 representa dos zonas expuestas que corresponden a dos niveles de riesgo. La primera (riesgo mayor) cubre los espacios afectados en 1877 mientras que la segunda (riesgo menor) se vio afectada al producirse una erupción hace 4.500 años y su mayor extensión se explica por tratarse de una explosión más violenta y un casquete glaciar más desarrollado.[11]

3. Amenaza sísmica

El contexto geodinámico que origina las erupciones volcánicas también provoca los sismos que sacuden regularmente al Ecuador. Quito, a través de su historia, no ha conocido aparentemente sismos tan violentos en sus efectos como aquellos que en 1797 y 1949 destruyeron totalmente las ciudades de Riobamba, Ambato y Pelileo y mataron a varios miles de personas. Sin embargo, desde la conquista, en la capital se han sentido 23 sismos de intensidad superior a VI, entre los cuales 8 de intensidad mayor a VII (Del Pino y Yepes, 1990; Chatelain y otros, 1996)[12]. Entre los sismos más fuertemente sentidos

[11] En lo que respecta al volcán Cotopaxi, el mapa 3-2 fue realizado con base en el de Hall y Hillebrandt (1988) —«Mapa de los peligros volcánicos asociados con el volcán Cotopaxi», escala: 1:50.000, proyecto UNDRO-USAID-EPN—, único mapa disponible al momento en que se realizó el estudio correspondiente a este libro. Sin embargo, una nueva versión de este mapa acaba de ser publicada por el IG-EPN y el IRD —«Mapa regional de peligros volcánicos potenciales del volcán Cotopaxi. Zona Norte», escala: 1:50.000, abril de 2004—. En él ya no aparece la zona de riesgo menor del mapa de 1988 en la medida en que la probabilidad de afectación es muy baja.

[12] La intensidad símica es la medida de los efectos producidos por un terremoto. Con una intensidad de VII las personas tienen dificultad en mantenerse de pie, la vibración es sentida por quienes están conduciendo un automóvil, los daños son pocos en los inmuebles

en Quito figuran los de 1755, 1797, 1859 y 1868 (Escuela Politécnica Nacional y otros, 1994), y en cada caso los daños materiales fueron importantes. El sismo del 5 de marzo de 1987 alcanzó una intensidad IX en la zona epicentral localizada en la provincia de Napo. Las consecuencias fueron dramáticas muriendo de 1.000 a 5.000 personas según las estimaciones, y la rotura del oleoducto afectó gravemente a la economía del país, dependiente en gran medida de la exportación de petróleo. En la capital, donde según los lugares la intensidad fluctuó entre VI y VII, los daños fueron más moderados pero afectaron sobre todo al patrimonio histórico que requirió de varios años de restauración[13]. Otro sismo se registró en Pomasqui en 1990 pero no provocó daños significativos, salvo localmente en la zona epicentral.

Los sismos que pueden afectar a Quito provienen de tres fuentes (Chatelain y otros, 1996). La primera es la zona de subducción entre la plaza de Nazca y la Sudamericana, al oeste de la costa ecuatoriana. Allí se originan los sismos más violentos como el de Esmeraldas de 1906. La segunda fuente es de origen continental y se sitúa en la placa Sudamericana, principalmente bajo las zonas andina y subandina, donde pueden producirse sismos del tipo del de 1987. Finalmente, las fallas situadas en el Distrito o en su proximidad pueden provocar sismos locales (caso de la falla Catequilla que generó el sismo de Pomasqui en 1990).

Dada la diversidad de las fuentes sísmicas, de la localización y de la profundidad de los epicentros, es difícil evaluar la amenaza sísmica en el DMQ sobre las bases sismogénicas. De allí que se realicen micro zonificaciones sísmicas que tienen como objetivo identificar y localizar en un sitio determinado (el de una ciudad por ejemplo) las zonas que presentan una respuesta sísmica homogénea y cuantificar los movimientos y efectos correspondientes (Dominique y Samarcq, 1997). El grado destructor de un sismo puede ser diferente a distancias a veces muy cortas y para apreciarlo se suelen distinguir los efectos de sitio (geológicos y topográficos[14]), los efectos

bien construidos pero pueden ser importantes en los demás. Con una intensidad de VIII, el mobiliario incluso pesado se desplaza o cae, los muros de piedra se desmoronan, los daños son moderados en las edificaciones bien construidas, muy importantes en las demás, se pueden producir deslizamientos de terreno y abrirse grietas en el suelo. Una intensidad IX o superior corresponde a daños generalizados (destrucción parcial o total de las construcciones) e incluso transformación del paisaje (Madariaga y Perrier, 1991).

13 Este sismo dio lugar a la creación del Fondo de Salvamento del Patrimonio Cultural (FONSAL). Véase D'Ercole y Metzger, 2002, p. 59-60.

14 Los efectos de sitio geológicos o litológicos dependen de las características del subsuelo. Ciertas formaciones geológicas poco consolidadas, en especial los suelos aluviales, amplifican las ondas sísmicas agravando los daños en la superficie. Los efectos de sitio topográficos están ligados al relieve y conciernen en general las zonas de ruptura de pendiente, las crestas, los bordes de mesetas y las cimas (Lutoff, 2000).

inducidos (movimientos de terreno, licuefacción de los suelos[15]) y la ruptura eventual de las fallas activas en la superficie.

En Quito, la micro zonificación sísmica fue realizada en 2001 por la EPN en el marco de un convenio con el MDMQ[16]. El mapa 3-3 representa los tres tipos de zonas resultantes de ese estudio que no cubre sino una parte del Distrito Metropolitano. Tales zonas permiten establecer normas diferentes de construcción antisísmica en el marco del Código Ecuatoriano de la Construcción. Dadas la naturaleza de las rocas y sus propiedades mecánicas (cohesión, densidad), la zona S3 presenta las condiciones más desfavorables pues la probabilidad de que en ella se registren graves daños en caso de sismo es mayor (suponiendo obviamente que las construcciones e infraestructuras presenten igual resistencia en todas las zonas). Esta zona corresponde en especial a Pomasqui y San Antonio de Pichincha, al igual que a las principales quebradas del centro y norte de la ciudad, hoy en día rellenadas y canalizadas en su parte urbanizada. A la inversa, la zona S1 presenta las características menos desfavorables y los daños, en un mismo tipo de construcción, podrían ser menos importantes.

La micro zonificación sísmica se apoya esencialmente en los efectos de sitio geológicos. No contiene informaciones sobre los efectos de sitio topográficos, los efectos inducidos ni las fallas activas, que son sin embargo útiles para la evaluación de la amenaza sísmica. Nuestro estudio, basándose en los datos existentes, tampoco proporciona esa información, pero en cambio tiene en cuenta el fenómeno de licuefacción con base en la información proporcionada por el *Atlas Infográfico de Quito* (1992, lámina 04). La información cartográfica aparece en el mapa 3-3. Los límites de las áreas potencialmente licuefactibles corresponden a la cuenca sedimentaria sobre la que se ha desarrollado Quito, interrumpida en la mitad por el Panecillo, elevación de origen volcánico.

4. Amenazas geomorfológicas

Al igual que las erupciones volcánicas y los terremotos, las amenazas geomorfológicas pueden atañer a gran parte del DMQ, pero su frecuencia es mayor. La amenaza geomorfológica se puede definir como

[15] Los movimientos de terreno son desencadenados por la acción sísmica en los suelos potencialmente inestables. La licuefacción sobreviene en suelos pulverulentos, poco compactos, situados bajo la napa freática. Bajo el efecto de la energía liberada por la onda sísmica, el suelo pasa del estado sólido al líquido, induciendo «una disminución de su resistencia al cizallamiento que, en el último estado, puede ser nula» (Stieljes, Bour y Monge, 1997). Este fenómeno se manifiesta en deslizamientos de terreno en pendientes débiles, hundimiento del suelo, alteración de los cimientos de construcciones (Lutoff, 2000).

[16] Además del mapa de micro zonificación sísmica de los suelos del DMQ, se utilizó para esta síntesis el artículo de Valverde y otros (2001).

la manifestación del desplazamiento gravitacional de masas de terreno desestabilizadas bajo el efecto de fenómenos naturales (precipitaciones anormalmente fuertes, sismo...) o de acciones antrópicas (remoción de tierra, vibraciones, deforestación, explotación de materiales en canteras...) —MATE, METL, 1999—. En aproximadamente el 50% del área metropolitana, las condiciones son particularmente propicias al desencadenamiento de amenazas geomorfológicas (Dávila, 1992). Se trata de espacios que reúnen una serie de características desfavorables: la morfología (cimas agudas, fuertes pendientes, vertientes abruptas, encañonamientos, importantes desniveles, afloramientos rocosos...), la naturaleza de los terrenos (depósitos volcánicos más o menos endurecidos, coluviones al pie de las laderas), el sistema de drenaje (problemático en los sectores urbanizados), la erosión de los suelos (muchas formaciones al desnudo sin vegetación, erosión regresiva, ocupación del suelo propicia a la erosión).

Aunque existen numerosos fenómenos de transición, se pueden distinguir tres tipos de amenazas geomorfológicas en el DMQ: los deslizamientos, los derrumbes y los hundimientos.

Los **deslizamientos** corresponden al desplazamiento en masa de terrenos en una pendiente. En Quito se trata habitualmente de porciones de talud de algunos metros de altura que se vienen abajo, pudiendo llevar consigo algunas casas o enterrar las que se encuentran más abajo. Estos accidentes acaecen sobre todo en estación lluviosa y están relacionados con el debilitamiento de la cohesión de los depósitos volcánicos por la humedad en el borde de los taludes mal o poco apuntalados y mal drenados (Peltre, 1989; Peltre y D'Ercole, 1992). No se trata de lodo, sino de masas de tierra húmeda que recorren generalmente pequeñas distancias. Estos fenómenos son localizados pero sumamente dañinos: destrucción de casas, pérdida de vidas humanas (P. Peltre inventarió 115 víctimas entre 1900 y 1988). Varios eventos de este tipo se produjeron en 2000 debido a un invierno particularmente fuerte. Hubo que deplorar víctimas y la destrucción de viviendas, por ejemplo en Santa Teresita (13 de abril de 2000) y en el Panecillo (13 de mayo de 2000).

Los **derrumbes** o desmoronamientos de vertientes rocosas corresponden a caídas de masas de roca, movimientos rápidos y violentos resultantes de la acción de la gravedad y que afectan a materiales rígidos y fracturados. Los bloques pueden rodar y rebotar para luego estabilizarse en una zona llamada «de esparcimiento» (MATE, METL, 1999a). Mientras los pequeños derrumbes son frecuentes en las vertientes de fuerte pendiente, los derrumbes en gran masa son mucho más raros pero siempre espectaculares. Fue el caso, por ejemplo, del que sobrevino en la Vía Interoceánica en mayo de 1998. La consecuencia fue el cierre de un eje vial muy importante que unía al espacio central de Quito con el valle de Cumbayá-Tumbaco. En 2004 la vía sigue interrumpida y es imposible restablecerla en razón de la erosión basal debida a la quebrada El Batán. De allí que se está construyendo un túnel de 1.300 m de

largo cuya inauguración está prevista para antes de fines de 2004.

Los **hundimientos** son movimientos gravitacionales de componente esencialmente vertical y resultan de la ruptura violenta de bóvedas de cavidades subterráneas naturales o artificiales (MATE, METL, 1999a). En Quito se trata básicamente de fenómenos de origen antrópico: el hundimiento de calzadas defectuosas en el material de relleno de las antiguas quebradas (Peltre, 1989; Peltre y D'Ercole, 1992). La formación de la cavidad está ligada generalmente a la ruptura de un colector de alcantarilla bajo el efecto de la presión alcanzada por las aguas cuando se producen fuertes precipitaciones. Tal ruptura origina un flujo paralelo al colector en los materiales de relleno poco compactos de la quebrada que progresivamente son evacuados, abriéndose así una cavidad. La erosión subterránea pasa desapercibida hasta el día en que la bóveda cede bruscamente. Hundimientos de este tipo no son raros (36 inventariados por Peltre entre 1900 y 1988). Se producen algunos menores como el de la calle Macuna en el sector de Los Dos Puentes (febrero de 2003) u otros más espectaculares como el que sobrevino el 3 de mayo de 1978 en la avenida América o aquel que afectó a la avenida de Los Libertadores el 1 de febrero de 1985. En este caso la quebrada Navarro recobró su cauce natural y abrió la avenida en 200 m de largo, 30 m de ancho y 20 de profundidad.

En cuanto a la cartografía de la amenaza geomorfológica, se elaboraron tres mapas que cubren espacios diferentes y proporcionan informaciones complementarias. El mapa 3-4 fue realizado a partir del estudio de Peltre sobre los accidentes morfoclimáticos acaecidos en Quito entre 1900 y 1988 (Peltre, 1989). Concierne a la ciudad de Quito e indica una fuerte concentración de los deslizamientos, derrumbes y hundimientos en la parte central de la ciudad (El Panecillo, Centro Histórico, El Placer y La Libertad). El resto se dispersa en la periferia, por lo general en sectores de fuertes pendientes.

El mapa 3-5, de susceptibilidad a los deslizamientos en el área urbana de Quito, fue elaborado en el marco del *Escenario sísmico de Quito* (EPN y otros, 1994)[17]. Este mapa, que desborda ampliamente el espacio cubierto por la ciudad de Quito, ofrece pues una visión dinámica buscando identificar los espacios en los que pueden producirse deslizamientos de terreno en caso de sismo. Se basa en el sistema de pendientes, en las características litológicas y en la localización de deslizamientos antiguos. Globalmente, con excepción de los espacios correspondientes a la depresión sedimentaria (sometida por otro lado al riesgo de licuefacción, como se vio anteriormente), los riesgos de deslizamientos de terreno son elevados a muy elevados.

[17] Véanse en especial las páginas 40 y 41 así como el anexo V, p. 223-229 (Galo Plaza y Ramiro Maruri, «Evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos en el área urbana de Quito»).

El mapa 3-6, de estabilidad geomorfológica del área metropolitana de Quito, aparece en el *Atlas Infográfico de Quito* (Dávila, 1992). A diferencia de los anteriores, cubre una gran parte del DMQ y apunta ante todo a determinar los espacios más o menos propicios a las implantaciones humanas (viviendas, red vial, alcantarillado, etc.). El grado de estabilidad de las zonas fue determinado con base en numerosos criterios: características morfológicas, tipo de suelo predominante, uso del suelo, características hidrogeológicas y morfodinámicas. Este mapa completa entonces al anterior y muestra que cerca de la mitad del sector representado corresponde a zonas consideradas como relativamente inestables o inestables. Por otro lado, en él aparecen las quebradas ya que constituyen espacios de inestabilidad como se pudo observar a propósito de los hundimientos.

5. Amenazas hidroclimáticas

El DMQ se sitúa en una zona de clima ecuatorial templado por la altura y en el cruce de las influencias Pacífica y Amazónica modificadas por las condiciones orográficas (Sierra, 2000). Por ello, el Distrito es regado de manera muy desigual, siendo el sur y el oeste mucho más húmedos, en promedio, que el norte (mapa 3-7). Sin embargo, incluso en las zonas más húmedas la cantidad anual de precipitaciones no es excepcional. Lo que en cambio caracteriza a la pluviometría de Quito es su irregularidad a la vez en el tiempo y en el espacio (Pourrut y Leiva, 1989). Los meses más lluviosos suelen ser febrero, marzo y abril y luego octubre y noviembre y, si bien globalmente las precipitaciones son más abundantes en el sur, a menudo se producen de manera localizada. El dicho popular «en Quito llueve por barrios» está debidamente comprobado por las observaciones científicas (Pourrut y Leiva, 1989).

El principal problema en materia de amenazas hidroclimáticas son los fuertes aguaceros, bien localizados, de corta duración (rara vez más de una a dos horas) y acompañados de granizo, que se producen generalmente en estación lluviosa[18], aunque a veces también durante los meses que se conocen como secos. Por ejemplo, el 12 de diciembre de 2001, cayeron 53 mm de agua en algo más de 2 horas en el centro norte de Quito. De modo general, las intensas precipitaciones se explican por la conjunción de temperaturas anormalmente elevadas y un aporte de humedad proveniente de la Amazonía, lo que provoca la formación de nubes convectivas que se desarrollan verticalmente en más de 10 km. Es en condiciones de este tipo cuando se producen inundaciones en Quito.

Este fenómeno en la capital nada tiene en común con las inundaciones lentas y durables (o de llanura) que afectan regularmente a importantes sectores de la Costa, en especial cuando se produce un fenómeno El Niño. Algunas, fuera de la ciudad, pueden

[18] Fue el caso por ejemplo durante el mes de abril de 2000, particularmente lluvioso.

asimilarse a crecidas rápidas como la del río Monjas que, el 12 de diciembre de 2001, destruyó el puente que permite el acceso a la urbanización La Pampa al norte de Pomasqui. En el medio urbano, son esencialmente antrópicas[19]. Se deben en primer lugar al relleno de los drenes naturales que son las quebradas, pero también a la impermeabilización de los suelos (lo que aumenta la cantidad y la velocidad del agua a evacuarse) y a la insuficiencia de la red de alcantarillado cuya capacidad de evacuación es superada cuando se producen aguaceros intensos[20]. El escurrimiento fluye entonces por las calles en pendiente, el agua se acumula en las calles transversales y las zonas bajas, alcanzando alturas de 30 a 60 cm (Peltre, 1989). Generalmente las consecuencias no son muy graves en el plano de las vidas humanas[21]. En cambio, las consecuencias materiales y económicas, acumuladas, son a menudo importantes: desgaste acelerado de las calzadas, interrupción de la circulación, paralización de las actividades productivas, inundación de subsuelos, pérdidas de mercadería almacenada, daño o destrucción de equipamientos, de casas, etc. (Peltre, 1989; Ayabaca, 2002).

En lo que respecta a la representación de la amenaza hidroclimática, se escogieron tres mapas y todos conciernen únicamente la ciudad de Quito pues ningún mapa de inundaciones ha sido aún elaborado a la escala del Distrito. El primero (mapa 3-8) se extrajo de los trabajos de Peltre sobre los accidentes morfoclimáticos acaecidos en Quito entre 1900 y 1988 (Peltre, 1989). Indica los espacios afectados por las inundaciones durante ese período así como el número de eventos registrados. Las 233 inundaciones identificadas atañen sobre todo a las zonas de la «planicie de Quito» y particularmente a los sectores de La Carolina y el oeste del aeropuerto al norte, Chimbacalle y La Magdalena al sur. El segundo mapa utilizado, no reproducido en este libro, es el de las áreas inundables (AIQ, 1992), bastante similar al anterior en la medida en que se basa en gran parte en los datos de Peltre. El mapa 3-9, elaborado

---

19 una «creación urbana», según Alexis Sierra (2000).

20 El programa «Sistema de Pronóstico Hidrológico de las Laderas del Pichincha y del Área Metropolitana de Quito» (SISHILAD), desarrollado entre 1995 y 1999 por la EMAAP-Q, el ORSTOM (actual IRD) y el INAMHI, demostró que el problema de las inundaciones en Quito no está ligado, como se pensaba antes, a las laderas del Pichincha, en la medida en que los caudales líquidos allí registrados son bajos. «El verdadero peligro radica no en las laderas, sino en la urbanización y el cambio de uso de sus áreas verdes lo que conlleva la impermeabilización de sus suelos y la multiplicación del número y magnitud de las crecidas... Si hubiésemos preservado la red natural de drenaje, fenómenos tales como crecidas y aluviones llegarían al río Guayllabamba sin generar desgracias en la urbe, y habríamos considerado que esos flujos son un evento normal en el decurrir de ríos y quebradas» (Ayabaca, 2002).

21 A veces se deben sin embargo deplorar algunas víctimas. Durante el evento del 12 de diciembre de 2001, 3 personas encontraron la muerte, aprisionadas en un ascensor en un parqueadero subterráneo inundado.

más recientemente por la EMAAP-Q (2000), representa los sitios de Quito afectados por inundaciones debidas a las insuficiencias de la red de alcantarillado. Las zonas expuestas aparecen de manera más puntual que en el mapa 3-8 y cubren espacios a veces diferentes de los identificados en el análisis histórico de Peltre, en particular al sur del Panecillo o al este del aeropuerto[22].

6. Amenazas morfoclimáticas

La amenaza geomorfológica y la amenaza hidroclimática pueden combinarse y desembocar en una amenaza morfoclimática que se manifiesta mediante fenómenos que, en el Ecuador, se denominan «aluviones», «aludes» o «flujos de lodo». En realidad existe una gran variedad de este tipo de fenómenos según la concentración de materiales sólidos y líquidos en los volúmenes desplazados. En Francia se utiliza una terminología precisa en función de la densidad de los flujos. Se habla de «crecidas con fuerte carga sólida» cuando la concentración de materiales sólidos es inferior al 50% del volumen total, de «lavas torrenciales» cuando esta se sitúa entre el 50 y el 80%, de «deslizamientos-flujos» (emparentados con los deslizamientos) cuando es superior al 80%. Los fenómenos más viscosos corresponden a la superación del límite de liquidez en el suelo, que induce un deslizamiento según un plano arqueado y una colada aguas abajo, generalmente corta (Peltre, 1989). Los demás fenómenos resultan de la movilización por un torrente de materiales arrancados de sus riberas o anteriormente movilizados por un derrumbe o una colada de lodo aguas arriba. Estos fenómenos se desarrollan en distancias mayores y tienden a expandirse cuando la pendiente disminuye[23].

Estos fenómenos sobrevienen particularmente con ocasión de aguaceros intensos en un contexto de suelos saturados, después de un largo período lluvioso. Los daños que causan son generalmente importantes (destrucción total o parcial de viviendas, vehículos, carreteras, taponamiento de la red de alcantarillado), más severos que aquellos ligados a las inundaciones y, sobre todo, a menudo causan la pérdida de vidas humanas (véase el cuadro 3-2). El cuadro presenta solo los eventos más destructores de los últimos 30 años, pero este tipo de amenaza se produce con una frecuencia bastante elevada (70

[22] Tal vez habría que ver en estas diferencias el efecto de la evolución de la urbanización o del ordenamiento urbano que han mejorado o deteriorado el drenaje. Los dos mapas corresponden además a distintas épocas. Así pues, convendría realizar estudios complementarios a este respecto.

[23] De cierta manera, en lo que respecta a sus efectos, estos fenómenos son similares a los flujos de lodo y escombros (o lahares) que pueden asociarse a las erupciones volcánicas. En el caso del Guagua Pichincha, se trata sobre todo de ceniza acumulada que puede mezclarse con fuertes lluvias. En el del Cotopaxi, el origen del elemento líquido difiere en la medida en que estaría esencialmente ligado a la fusión del casquete glaciar.

Cuadro 3-2
Principales aluviones que causaron daños importantes en Quito desde 1973

Año	Lugar	Principales consecuencias
1973	La Libertad	23 muertos y daños materiales
1975	La Gasca	2 muertos y daños materiales
1983	El Condado	3 muertos y daños materiales
1983	San Carlos	Solo daños materiales
1986	La Raya	Solo daños materiales
1997	La Comuna	2 muertos y daños materiales

Fuente: Sierra (2000)

eventos inventariados por Peltre entre 1900 y 1988, es decir algo menos de un evento por año).

Algunos de estos eventos han sido muy bien estudiados, como el flujo de lodo y escombros que afectó, en 1997, al barrio La Comuna, situado al noroeste de la ciudad de Quito (Perrin y otros, 1997). El lunes 31 de marzo de 1997, a finales de la tarde, un flujo de lodo cargado de bloques rocosos, de residuos vegetales y de diversos materiales, devastaba el barrio La Comuna al pie de la quebrada La Comunidad. Originó graves daños materiales y la muerte de dos personas. Según el estudio realizado, resultó de la conjunción de fuertes lluvias algunas horas antes sobre un suelo ya embebido, de fuertes pendientes en la cuenca vertiente de La Comunidad que causaron varios deslizamientos de terreno aguas arriba, y de la presencia de una gran cantidad de material al fondo de la quebrada (productos de los deslizamientos de terreno, piedras, coluviones, vegetación arrancada por el flujo) que, con el agua, incrementó progresivamente la viscosidad y por tanto la capacidad erosiva de la colada. Según los autores, el papel del hombre en el desencadenamiento del evento fue menor en la medida en que las partes altas y medias de la cuenca vertiente de La Comunidad no estaban antropizadas.

En el caso de La Comuna, no se puede imputar la catástrofe a la deforestación, al sobrepastoreo, a la construcción de canales de drenaje u a otras actividades humanas, pero ese no es siempre el caso. Por ejemplo, la crecida lodosa de La Raya, en 1986, estuvo, al parecer, ligada a la acción antrópica, habiéndose desarrollado el fenómeno en una zona de plena mutación debido a su urbanización. Sin embargo, y esto es cierto en todos los casos, si bien el fenómeno natural es el detonador del accidente, solo explica en parte sus consecuencias (Perrin y otros, 1997). Interviene en efecto el factor humano se trate ya sea de la ocupación de terrenos inadecuados y amenazados, de normas jurídicas inexistentes o inapropiadas, del relleno de las quebradas que determina el desvío de los flujos, de una urbanización mal diseñada con, por ejemplo, la construcción de calles paralelas a la pendiente, o del contexto socioeconómico con una población poco consciente de los riesgos y poco preparada.

El Distrito de Quito es particularmente pobre en materia de representación cartográfica de la amenaza morfoclimática. Aparte de ciertos estudios puntuales que no ofrecen sino apreciaciones cartográficas locales, existe solo el mapa elaborado con

base en los trabajos de Peltre sobre la frecuencia de los aluviones en Quito y la localización de los sectores afectados entre 1900 y 1988 (mapa 3-10). *Grosso modo* se trata de tres espacios, generalmente ubicados frente a las quebradas: los sectores situados al oeste y al noroeste del aeropuerto (parroquias La Concepción y Cotocollao), aquellos afectados en especial por el aluvión de La Gasca en 1975 (parroquia Santa Prisca), así como los espacios que rodean al Panecillo.

Pese al interés que presenta, el mapa 3-10 es insuficiente para evaluar la amenaza morfoclimática a nivel del Distrito. No cubre sino el espacio de la ciudad; por su fecha de elaboración (1988) no puede tener en cuenta la reciente evolución de la urbanización y se basa en eventos acaecidos, lo que es útil, pero insuficiente para determinar amenazas potenciales. Como lo señalan Perrin y otros (1997), el peligro puede producirse donde menos se lo espera: las grandes quebradas, contrariamente a las pequeñas, serían, por una mayor evolución geomorfológica, menos susceptibles a la afectación de sus cauces por flujos de lodo y escombros. Esos investigadores ponen énfasis entonces en el peligro que representan las pequeñas quebradas, menos estudiadas. Debido al carácter destructor de este tipo de fenómeno y a una probabilidad de ocurrencia relativamente elevada, hay que desplegar un esfuerzo particular para mejorar su conocimiento y localizar los espacios expuestos.

7. Amenazas relacionadas con el transporte y el almacenamiento de productos peligrosos

Las analizadas anteriormente son amenazas en las cuales el elemento natural desempeña un papel más o menos importante. Este papel es más marcado en el caso de las amenazas volcánicas o sísmicas, menor en el de las amenazas geomorfológicas, hidroclimáticas y morfoclimáticas donde la antropización es a menudo determinante, tanto en el desencadenamiento de los eventos destructores como en sus consecuencias. Sin embargo, como se señaló ya en la introducción de este capítulo, independientemente del origen de la amenaza considerada, esta se antropiza rápidamente reduciendo así en mayor o menor medida el papel del fenómeno «natural».

Al lado de estas amenazas en las que el papel de la naturaleza es más o menos pronunciado, existen otras cuyo origen es exclusiva o principalmente humano. Así, André Dauphiné (2001), distingue:

- las amenazas de origen tecnológico (ruptura de represas, accidentes nucleares, químicos, mineros, ligados al transporte aéreo, terrestre o marítimo...);
- las amenazas de origen biológico —enfermedades infecciosas, emergentes, SIDA, efectos de ciertos organismos genéticamente modificados (OGM), amenazas ligadas a la calidad de la alimentación...—;

- las amenazas de origen social y político (hambruna, genocidio, guerra civil, terrorismo, violencia urbana, criminalidad, drogas...).

Estas amenazas antrópicas pueden, en ciertos casos, interferir con amenazas de origen natural. Por ejemplo, la ruptura de una represa puede derivarse de un sismo, una hambruna puede tener como origen, entre otros, una sequía, etc.). Son pues particularmente numerosas y variadas y si bien algunas son conocidas desde hace tiempo, tienden a convertirse en una preocupación creciente a nivel mundial y en particular en el medio urbano que ha experimentado un crecimiento excepcional desde hace medio siglo.

Estas amenazas también atañen al Ecuador. El país vivió un largo período de conflicto con el Perú y conoce problemas de criminalidad, otros ligados a las agitaciones sociales o al tráfico de drogas. Las amenazas de origen tecnológico se manifiestan cada vez más frecuentemente y afectan a las diferentes formas de movilidad, como los accidentes automovilísticos y los vinculados al almacenamiento y al transporte de productos peligrosos, en especial combustibles. En el marco de nuestro análisis de las amenazas en el DMQ, lo que atrajo nuestra atención son las amenazas ligadas al transporte y sobre todo al almacenamiento de productos potencialmente peligrosos.

Un problema que se torna importante

El cuadro 3-3 indica los principales accidentes tecnológicos que han acaecido en el Ecuador entre 1995 y 2002. Se observará que de los 30 eventos inventariados durante este período, 10 se produjeron en el DMQ y las regiones cercanas y 8 en la región de Guayaquil. La mayoría de los accidentes graves han tenido pues lugar en las dos mayores ciudades del Ecuador. Se deben esencialmente a las industrias petroleras y químicas y a las actividades asociadas (en especial el transporte). Así, derrames, incendios, explosiones han causado muchas víctimas (alrededor de 60 personas fallecidas, centenares de heridos, varios miles de personas afectadas), importantes pérdidas económicas y contaminación ambiental de costos difícilmente evaluables.

Otros eventos mayores más recientes han afectado al DMQ como el incendio del poliducto en el barrio Santa Rosa de Chillogallo el 17 de abril de 2003, cuya causa fue el intento de robo de GLP. Como no se controló a tiempo el derrame de combustible, se formó una atmósfera explosiva. La explosión y el incendio que siguió ocasionaron la muerte de una persona, 30 heridos graves (por quemaduras y asfixia), la destrucción de 15 viviendas e importantes daños ambientales.

Eventos acaecidos al exterior del Distrito pueden también tener impacto en él. Así, el 8 de abril de 2003, en Papallacta, a aproximadamente 80 km al este de la ciudad de Quito, una tubería del Sistema de Oleoductos Transecuatorianos (SOTE) se rompió por el paso de maquinaria de obras públicas. Esta rotura acarreó el derrame de grandes cantidades de petróleo en la laguna de Papallacta que permite el abastecimiento de agua a cerca del 20% de la

Cuadro 3-3
Principales accidentes tecnológicos acaecidos en el Ecuador entre 1995 y 2002

Fecha	Lugar	Eventos	Impactos
1995	Cerca de Latacunga	Derrame de 150 galones de bifenilos policlorados	110 personas afectadas, contaminación de fuentes de agua
1995	Quito, Panamericana Sur	Derrame de 40 toneladas de ácido sulfúrico en el río Machángara	40.000 $ de pérdidas para la empresa, contaminación del río.
1996	Quito, barrio Jipijapa	Incendio en empresa textil, quema de fibras sintéticas, solventes, ácidos y tintas	12 bomberos asfixiados, evacuación de 180 personas. 400.000 $ de pérdidas para la empresa
1997	Bahía de Caráquez	Fuga de amoníaco y freón en una empresa empacadora	100 personas intoxicadas, 300 evacuadas
1997	San Rafael - Quito	Explosión de dinamita en un polvorín militar	4 muertos, 190 heridos, 4 helicópteros dañados, daños materiales adicionales no cuantificados
1997	Sangolquí	Explosión de un nebulizador de alcohol metílico en una fábrica de palillos	4 muertos, 30 personas quemadas, pérdidas materiales
1997	Amaguaña	Explosión de dinamita en una bodega militar	4 muertos, 190 heridos
1997	Guayaquil	Explosión de 40 cajas de camaretas	17 muertos, 38 heridos
1998	Guayaquil	Derrame de 20.000 galones de fuel oil en el Estero Salado.	Defoliación de manglares, muerte de crustáceos y moluscos, problemas genéticos y reproductivos en animales y seres humanos
1998	Durán	Explosión de caldero en planta de aceite	No reportados
1998	Esmeraldas	Derrame de 8.000 barriles de crudo y 3.500 de diesel por ruptura del SOTE, incendio en 8 km a lo largo de los ríos Esmeraldas y Taoné	12 muertos, 180 heridos, 170 viviendas destruidas, pérdidas económicas de $ 5 millones, daños materiales y sociales no calculados
1998	Guayaquil	Expansión de gases tóxicos de las alcantarillas, residuos de aceite de resina de aceite, utilizados en la industria de la fibra de vidrio	Vómito, mareo, desmayos en la zona de influencia
1998	Quito	Explosión de cabina de pintura en una ensambladora de pintura	10 heridos, daños materiales no evaluados
1998	Daule	Incendio en bodega de productos terminados en industria de jabones y cosméticos	17 bomberos asfixiados, $ 15 millones en pérdidas materiales, contaminación del río Daule
1999	Quito, Cumbayá	Explosión de caldero y fuga de amoníaco en planta cervecera	Evacuación de vecinos, daños en instalaciones, paralización total por 3 semanas
1999	Manta	Fuga de freones en empacadora	400 evacuados
2000	Guayaquil	Fuga de al menos 6 toneladas de amoníaco en empresa cervecera	Paro total de la producción por 6 días, paralización de 4 empresas vecinas
2000	Quito	Fuga de amoníaco en fábrica de helados	No reportados
2000	Guayaquil	Incendio de tanquero que transportaba diesel y gasolina	3 personas quemadas, vía a Daule paralizada durante 8 horas
2000	Guayaquil	Volcamiento de plataforma con 4 toneladas de cianuro de sodio	Puente de la Unidad Nacional cerrado durante 5 horas, evacuación a 1.500 metros a la redonda
2001	Lumbaquí	Explosiones y derrame de petróleo, presumiblemente por atentados terroristas	3.635 barriles de petróleo se derramaron y contaminaron las aguas del río Aguarico, pérdidas económicas y destrucción de un ecosistema productivo para las comunidades
2001	El Guango	Rotura del oleoducto por deslave de tierra, derrame considerable	50 m del oleoducto afectados, contaminación
2001	Galápagos	Encallamiento y derrame de 280.000 galones de combustible en área protegida (embarcación Jessica)	Daños ambientales incalculables
2001	Quito	Fuga de 6 toneladas de GLP en zona urbana	700 evacuados
2001	Guayaquil	Fuga de amoníaco	50 personas afectadas (5 por inhalación de amoníaco)., interrupción del tránsito durante 2 horas
2001	Quinindé	Incendio por rotura del oleoducto	1 km de vegetación afectada en el Zapotal, Esmeraldas, cuantiosas pérdidas económicas y ecológicas
2002	Quito	Incendio en bodega de productos elaborados de una cadena de supermercados	Fuego durante 96 horas, 70 millones de galones de agua de incendio vertida en las alcantarillas, contaminación ambiental por dioxinas y furanos
2002	Galápagos	Encallamiento y derrame de 30.000 galones de combustible en área protegida	Daños ambientales
2002	Riobamba	Explosión de un almacenamiento de municiones militares	8 muertos, 535 damnificados, 2.500 personas afectadas, daños estimados en $ 50 millones
2002	Lago Agrio	Explosiones en el oleoducto transecuatoriano presumiblemente por atentados externos	La explosión alcanzó a un autobús que pasaba por el lugar (al menos 5 muertos y más de 20 heridos graves)

En gris, eventos que concirnieron al DMQ o a regiones cercanas

Fuente: Estacio, 2004, con datos de la Defensa Civil, la Fundación Oikos y la Fundación Natura

población de Quito. La catástrofe fue evitada por escaso margen gracias a la rápida intervención de la EMAAP-Q (cierre de válvulas impidiendo el flujo de las aguas contaminadas hacia las conducciones que se dirigen a Quito) y el suministro de agua potable a la ciudad continuó asegurado por la existencia de alternativas de captación desarrolladas por la empresa desde hace algunos años («Optimización Papallacta»). Pese a los esfuerzos de limpieza, la laguna sigue contaminada y sus aguas serán seguramente inutilizables durante largo tiempo.

Más allá de estos accidentes mayores, el DMQ ha experimentado numerosos eventos relativamente menores (no mencionados en el cuadro 3-3). Varios de ellos están vinculados al transporte terrestre de combustibles. Por ejemplo, entre marzo de 2000 y agosto de 2001, seis accidentes de tránsito[24] en los que estaban implicados camiones que transportaban combustibles, fueron causados por falla del chofer o del vehículo (Estacio, 2004). Hay que señalar igualmente otros accidentes menores, en particular fugas de gas en viviendas o establecimientos comerciales (restaurantes, panaderías, hoteles...). Solo en el año 2003 hubo un promedio mensual de 18 fugas de gas en Quito y algunas se concretaron en incendios y explosiones (Cuerpo de Bomberos de Quito, 2003).

Es difícil medir la evolución de los accidentes tecnológicos en el Ecuador y en el DMQ debido al carácter reciente e incompleto de las bases de datos existentes al respecto. Sin embargo, se puede afirmar, en vista de los recientes eventos, que el riesgo tecnológico se ha convertido en un problema mayor. De una manera general, está ligado al rápido desarrollo (desde los años 1970) de la actividad petrolera ecuatoriana y de las infraestructuras para la extracción, el procesamiento, la producción de combustibles, el transporte (por oleoductos o vías terrestres) y el almacenamiento de combustibles. Quito es a la vez lugar de almacenamiento para sus propias necesidades, vía de paso entre el Oriente y la Costa y centro de redistribución al interior de la Sierra. Paralelamente, el aparato industrial se ha desarrollado considerablemente, multiplicando las empresas que almacenan y tratan productos químicos peligrosos, en especial en el norte y el sur de la capital ecuatoriana. Además del desarrollo de la actividad petrolera e industrial, han surgido numerosos factores de vulnerabilidad ligados al contexto económico, político y social del Ecuador, al peso de los intereses en juego, a los conflictos institucionales, a la corrupción, aunque también a un reconocimiento insuficiente del riesgo tecnológico por parte de las autoridades políticas y a la falta de medidas coercitivas de seguridad. Esta situación explica los errores humanos, los actos delictivos (robos de combustible), el uso de equipos defectuosos, los riesgos que toman los

---

24 11 de marzo de 2000 (avenida Simón Bolívar); 12 de marzo de 2000 (Santa Rosa); 13 de mayo de 2000 (Panamericana Sur); 30 de marzo de 2001 (Panamericana Norte); 26 de mayo de 2001 (10 de Agosto y Los Eucaliptos); 18 de agosto de 2001 (Córdova Galarza y Bolívar).

industriales, la escasez de información y de formación, la inclusión de elementos peligrosos dentro de los espacios urbanizados, la ausencia o ineficacia de reglamentos y controles, conjunto de factores que multiplican los accidentes y amplifican sus consecuencias.

Pese a los crecientes problemas planteados por los riesgos tecnológicos, estos son poco estudiados, en comparación con los riesgos de origen natural, y poco tomados en cuenta en materia de ordenamiento y planificación territorial y de reglamentación, donde existen muchas lagunas en este campo. El interés atribuido a los riesgos tecnológicos es muy reciente (desde mediados de los años 1990). Algunas bases de datos comienzan a constituirse, como las del Cuerpo de Bomberos de Quito o de la Fundación Oikos. Han surgido otras iniciativas significativas, en particular el programa «APELL»[25]. De una manera general, sin embargo, estas acciones siguen siendo aisladas y la información sobre los riesgos tecnológicos es muy insuficiente y fragmentada, en especial en lo que atañe a la localización de los lugares de almacenamiento, los itinerarios de transporte de los productos peligrosos, en definitiva, todo aquello que permitiría una evaluación global de las amenazas industriales y tecnológicas y la elaboración de una cartografía de los espacios expuestos a este tipo de riesgo.

En el marco de nuestro programa de investigación, se realizó un inventario de los lugares de almacenamiento y de los itinerarios de transporte de los productos peligrosos, a partir del cual se hizo una tentativa de cartografía de los espacios expuestos. Sin embargo, no se trata sino de una investigación preliminar que apunta a paliar la falta de datos localizados sobre la cuestión del riesgo tecnológico. Las principales conclusiones presentadas a continuación[26], se apoyan en una base de datos localizados constituida con el apoyo de varias instituciones públicas y no gubernamentales[27] y empresas privadas relacionadas con el manejo, el almacenamiento y el transporte de productos peligrosos.

25 El programa APELL («Concientización y Preparación para Emergencias a nivel local») es una iniciativa del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y pretende involucrar a todos los estamentos de la sociedad en la respuesta a los accidentes tecnológicos. En el Ecuador, el proceso está liderado por el Ministerio del Ambiente con el apoyo de la Fundación Natura, la OPS y el Ministerio de Salud. Estos organismos están llevando a cabo en Quito talleres con representantes de los sectores oficiales, industriales y principales grupos de interés. Los objetivos principales son: desarrollar un «Proceso APELL» en la ciudad de Quito y planes de acciones emergentes y aplicables en industrias peligrosas.

26 Parte de estos trabajos se desarrollan en Estacio y D'Ercole (2001) y Estacio (2004).

27 entre ellas: CONSEP, Cruz Roja, Cuerpo de Bomberos de Quito, Defensa Civil, Fundación Natura, Ministerio de Energía y Minas, IESS, INEN, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud Pública, MDMQ, Petroecuador, Policía Nacional.

Localización de los productos potencialmente peligrosos en el DMQ

Los productos potencialmente peligrosos considerados son los combustibles y los productos químicos almacenados y tratados en varias empresas de Quito.

El mapa 3-11 representa los lugares de almacenamiento y los itinerarios de transporte de combustibles en el DMQ. Esta cuestión fue analizada en el primer volumen al que remitimos al lector[28]. Atravesando el Distrito de oeste a este y pasando al sur de Quito, el oleoducto (SOTE) transporta el petróleo desde el Oriente hasta Esmeraldas. El poliducto, que transporta esencialmente GLP, sigue un trazado paralelo. Otro poliducto de dirección norte-sur se une al anterior en el terminal de Ambato, pasando por la planta El Beaterio. En 2003 se prohibió el almacenamiento de GLP en esta última, pero sigue recibiendo, almacenando y distribuyendo los demás combustibles líquidos (gasolina, diesel). El GLP es almacenado hoy en día en la planta Itulcachi cuyo papel ha adquirido así mayor importancia.

El itinerario de las vías de distribución de combustibles está ligada a la ubicación de los principales centros de acopio, distribución y venta. Entre ellas, las principales son la Panamericana Sur desde El Beaterio, el anillo vial alrededor de Quito constituido por las avenidas Occidental y Oriental, así como el cordón que bordea al volcán Ilaló, pasando por Itulcachi. A partir de estos ejes principales se articulan vías secundarias que permiten atender a la ciudad de Quito y, parcialmente, al resto del Distrito.

En términos de distribución espacial, el mapa 3-11 indica que los lugares de almacenamiento de combustibles cubren gran parte de la ciudad de Quito y una parte limitada del resto del Distrito, principalmente a lo largo de las principales vías. En realidad, si se considera el tamaño y la naturaleza de los centros de almacenamiento, se observan disimetrías espaciales. Los centros más importantes si sitúan en el sur de la ciudad de Quito y en el sudeste del Distrito, localización ligada en gran parte a la proximidad del SOTE, de los poliductos y de las grandes arterias viales como la Panamericana Sur. Otra disimetría espacial se refleja en una mayor densidad de centros de expendio de cilindros de gas en la mitad sur de Quito mientras que los centros de acopio de tamaño mediano y las gasolineras son más numerosos en el norte. Este dispositivo espacial traduce diferencias de densidad de población pero sobre todo prácticas sociales relacionadas con el nivel de vida[29].

El mapa 3-12 representa los lugares donde se almacenan sustancias químicas potencialmente peligrosas

[28] Véase D'Ercole y Metzger (2002), p. 117-125.

[29] En el sur el consumidor, de nivel socioeconómico globalmente más bajo, tiende más bien a abastecerse directamente en los pequeños centros de expendio de cilindros de gas mientras que en el norte la provisión se realiza en mayor medida desde los centros de acopio mediante servicio a domicilio. En cuanto a las gasolineras, estas son más numerosas en el norte debido a la existencia de un parque automotor mayor.

en el DMQ. Estas son en su mayoría ácidos, solventes, esteres, hidróxidos, bases, alcoholes cetonas, hidrocarburos. Según el producto y el contexto (por ejemplo, las condiciones de temperatura, humedad, presión, el contacto con el agua, el aire u otras sustancias químicas...), estos productos pueden ser inflamables, explosivos, corrosivos o tóxicos[30]. En todos los casos, cuando las condiciones de almacenamiento y transporte no son adecuadas, existe un peligro para la población y el ambiente.

Se inventariaron y localizaron 94 empresas que almacenan importantes cantidades de productos químicos potencialmente peligrosos, a partir de la base de datos del CONSEP. El equipo del IRD realizó encuestas complementarias en las diferentes empresas a fin de distinguir los lugares que son únicamente oficinas de aquellos donde realmente se almacenan las sustancias. Estos últimos aparecen en el mapa 3-12. Se identificaron dos tipos de empresas: las importadoras y las compradoras[31]. Las importadoras son mayoritarias y corresponden a empresas que se dedican únicamente a la distribución de sustancias provenientes en especial de Estados Unidos y Alemania. Las compradoras son las industrias que compran sustancias químicas a las primeras como materia prima para la elaboración de sus propios productos[32]. Es el caso, por ejemplo, de industrias de pintura y de grandes fábricas textiles.

Las 94 empresas fueron clasificadas en 5 categorías según un grado de peligro presumido basado en la cantidad y la diversidad de productos almacenados. La clasificación se basa en la posición (determinada en función de las cantidades de productos) que ocupan las empresas para cada uno de los 8 productos escogidos y en la asociación de tales posiciones (véase el cuadro 3-4)[33]. A falta de estudios fundamentados en el análisis de los productos químicos y de los efectos de sus posibles asociaciones, este método nos pareció el más satisfactorio para obtener, en un tiempo sumamente limitado, una clasificación de las empresas según el peligro que pueden presentar. Es sin embargo evidente que el método lleva ante todo a resultados indicativos y que en el futuro se deberán realizar estudios más

30 Para mayor detalle sobre los tipos de productos químicos peligrosos y los peligros asociados, véase Estacio y D'Ercole (2001), Vol. 1, p. 33-37.

31 No existe la categoría «fabricante» en la medida en que los productos químicos no son fabricados en el Ecuador, según el control que realiza el CONSEP. Por otro lado, según el INEN, existirían alrededor de 30 empresas clandestinas que poseen sustancias peligrosas y que no son controladas.

32 Hay que indicar que existen también empresas que compran el producto químico como materia prima directamente a otros países.

33 Por ejemplo, entre las empresas de la primera categoría que se pueden suponer como potencialmente las más peligrosas, figuran empresas clasificadas en el primer lugar, al menos para un tipo de producto, en cantidades almacenadas, o que se ubican al menos dos veces entre las primeras cinco empresas, o al menos tres veces entre las diez primeras.

Cuadro 3-4: Metodología utilizada para la clasificación de las empresas según la diversidad y las cantidades de productos peligrosos utilizados

Empresas	Productos químicos almacenados: Hidróxidos	Ácidos	Hidrocarburos	Bases	Aldehido cetonas	Esteres	Alcoholes	Solventes	Clasificación de las empresas: Número de veces primera	Número de veces entre las 5 primeras	Número de veces entre las 10 primeras	Número de veces entre las 15 primeras	Número de veces entre las 20 primeras	Número de veces entre las 25 primeras	Número de veces entre las 30 primeras	Tipo de empresa en función de la diversidad y las cantidades de productos
HOLANDA ECUADOR	7'255.000	1'030.000	1'880.000	150.000	0	220.000	420.000	350.000	2	6	7	7	7	7	7	Tipo 1: una vez primera o por lo menos dos veces entre las 5 primeras o por lo menos tres veces entre las 10 primeras
PINTURAS CONDOR	57.800	5.100	3'400.000	2.200	1'260.000	14.000	207.000	0	2	2	3	4	4	5	6	
CEPSA	280.000	60.000	1'500.000	0	0	400.000	400.000	300.000	1	4	5	5	5	6	6	
QUIMASOC	215.000	1'019.000	210.000	3.800	0	0	1'008.000	0	1	2	3	4	4	5	5	
ACEDERSA	400.000	2'800.000	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	
TORPERYTUER	0	0	0	2'560.000	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
RESIQUIM	541.000	190.000	5.000	181.887	65.639	320.000	32.000	101.000	0	4	5	6	7	7	8	
ECUATORSOLVEN	471.000	400.000	15.000	15.000	110.000	50.000	60.000	258.000	0	2	5	7	8	8	8	
INOQUIMINDUAL	0	0	300.000	0	110.000	110.000	0	0	0	2	3	3	3	3	5	
NEYPLEX	0	1'750.000	120.000	0	4.000	15.000	40.000	0	0	1	3	5	5	5	5	
ECUABOTTLING	1'634.700	166.820	1.180	15.700	0	0	20	7.896	0	1	2	4	4	4	4	Tipo 2: por lo menos una vez entre las 5 primeras o por lo menos dos veces entre las 10 primeras o por lo menos tres veces entre las 15 primeras
DISTRIBDELUBNTES	0	139.200	0	0	52.000	180.000	46.000	0	0	1	2	4	4	4	4	
GRUNENTECUAT	3.820	360.000	0	0	3.534	0	240.000	4.100	0	1	2	2	3	4	4	
QUIMBORDEN	109.000	2.500	6.000	480.000	4.691	0	5.500	0	0	1	1	2	3	4	5	
INDUTAL DANEC	3'503.000	13.200	13.150	7.100	280	0	1.000	0	0	1	1	2	2	4	4	
PINTUR WESCO	2'400.000	0	100.000	1.000	0	0	6.000	0	0	1	2	2	3	3	3	
LA CASA QUIMICOS	22.050	15.600	280	1.505	610.000	30.000	2.600	3.550	0	1	2	2	2	3	5	
SIGMAPLAST	0	2.000	11.000	0	0	300.000	150.000	0	0	1	2	2	2	3	3	
LA INTERNACIONAL	380.055	37.655	0	3.770	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3	
IDEL ALAMBREC	7.800	1'100.000	0	160.000	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	
ECUTEXTILIP	6.000	2.000	0	600.000	0	0	0	6.000	0	1	1	2	2	2	2	
HOROHAMAHNKE	0	0	0	0	0	0	252.300	0	0	1	1	1	1	1	1	
INDULANA	2.000	10.600	0	1'000.000	0	0	0	4.600	0	1	1	1	1	1	1	
PINDAVTEXTS	23.000	10.500	0	0	0	0	0	40.000	0	1	1	1	1	1	2	
FUPEL	0	300	0	0	0	20.000	100.000	0	0	0	2	2	2	2	2	
HY HQUIMICOS	8.350	136.000	112.000	2.500	1.100	1.300	22.000	16.500	0	0	2	2	5	6	7	
INEXINDUEXTRAC	7.000	17.000	83.500	20.000	0	0	33.000	0	0	0	1	3	3	3	3	
PINTUQUIMICA	0	0	61.200	0	7.000	8.000	2.500	0	0	0	1	3	3	3	4	
ICOTEQ	40.000	128.000	15.000	5.000	0	0	10.000	10.000	0	0	1	1	5	6	6	Tipo 3: por lo menos una vez entre las 10 primeras o por lo menos dos veces entre las 15 primeras o por lo menos tres veces entre las 20 primeras
SOLVEN INDU	0	0	52.500	0	7.200	2.000	0	0	0	0	1	2	3	3	3	
FLORALPACK	0	0	0	0	0	6.000	204.000	0	0	0	1	2	2	2	2	
JAB. WILSON	18.040	168.500	240	2.100	0	0	50	0	0	0	1	1	2	2	2	
CLOROSA	31.100	31.600	118	500	200	1.200	1.000	25.000	0	0	1	1	1	4	5	
ADITIVOS TEC	5.000	3.000	0	16.000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
AGA	3	23	0	3	13.215	0	0	3	0	0	1	1	1	1	1	
CONCRETS TEC	2.000	1.200	4.000	2.000	0	0	0	30.000	0	0	1	1	1	1	2	
DELLTEX	2.000	20.800	0	0	0	0	0	23.400	0	0	1	1	1	1	2	
MERCK SHARP & DM	500	5.000	200.000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
SINTOFIL	288.810	4.400	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
IMPORQUIM	130.000	38.000	0	5.000	0	0	0	8.000	0	0	0	2	3	4	4	
DISTECNICA	5.500	12.000	11.000	800	6.900	300	2.500	9.800	0	0	0	2	2	4	5	
TESALIA SA	210.000	1.250	0	6.000	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	
INDUCORIBAMER	12.500	22.290	0	5.000	2.000	2.000	1.000	4.400	0	0	0	1	4	4	4	
NOVACERO	20	280.000	0	5.000	2.000	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	
ECUAPETQUIM	9.010	133.000	40.000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	Tipo 4: por lo menos una vez entre las 15 primeras o por lo menos dos veces entre las 20 primeras o por lo menos tres veces entre las 25 primeras
EMPAQPLAST	0	0	0	0	0	3.000	6.000	0	0	0	0	1	2	2	2	
INDFRUTECUA	160.000	25.000	0	4.550	0	0	2.000	1.000	0	0	0	1	1	2	4	
CONDUIT	0	192.500	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
FAB DE BATERIAS	160.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
ORANGINE	5.000	3.910	0	6.500	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
PROCECAUCHO	1.840	3.822	0	10.020	0	0	0	1.680	0	0	0	1	1	1	2	
BOPP DEL ECUADOR	7.200	0	0	0	0	4.200	0	1.820	0	0	0	1	1	1	2	
FABALUMIMCO	3.000	7.800	1.200	0	6.800	0	0	100	0	0	0	1	1	1	1	
OMNIBUS	5.000	24.000	0	0	0	0	25.000	0	0	0	0	1	1	1	1	
COREPEC	0	0	0	0	5.100	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
CONS ANDRADE	0	3.000	0	0	0	0	0	8.000	0	0	0	1	0	1	1	
MERCK ECUADOR	3.150	4.000	25.800	2.000	3.700	1.000	1.400	1.950	0	0	0	0	2	4	4	
INDUQUIMCONV	1.000	100.000	10.000	0	0	0	0	5.000	0	0	0	0	2	3	3	
BEBIDAS ANDINAS	104.000	0	0	3.700	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	Tipo 5: todas las otras empresas
INDUPETRA	0	0	0	0	0	1.500	5.000	0	0	0	0	0	1	2	2	
PLASTICOS INTI	0	0	0	0	0	1.900	4.000	0	0	0	0	0	1	2	2	
APRES Y RESI	900	700	8.000	250	2.000	0	1.900	0	0	0	0	0	1	1	2	
CERV ANDINA	126.402	1.104	0	1.848	0	0	0	312	0	0	0	0	1	1	1	
LABS IND TECNO	900	1.500	17.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
LIFE LABORATOR	0	10.871	2.488	0	0	0	5.044	1.521	0	0	0	0	1	1	2	
VELASCO PALACIOS	20.000	12.000	16.160	0	0	0		0	0	0	0	0	1	1	1	
COLGENTERMOL	32.900	20.550	0	0	200	0	600	0	0	0	0	0	0	2	2	
NESTLE ECUADOR	240	34.240	1.320	2.400	1.200	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	
TEXTNACIONAL	90.000	3.500	6.600	2.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	
ALBONGBA	9.020	10.061	10	20	57	20	230	0	0	0	0	0	0	1	2	
ASSINFILT	10	30.980	3.270	100	1.000	0	500	40	0	0	0	0	0	1	2	
IND MET GALV	5.500	1.850	0	1.000	0	0	0	3.200	0	0	0	0	0	1	1	
NCH ECUADOR	3.100	22.000	1.000	0	0	500	1.000	1.500	0	0	0	0	0	1	1	
HILANCUMBAYA	3.000	3.500	0	0	0	0	0	2.000	0	0	0	0	0	1	1	
TEXTECUAD	3.300	3.000	0	2.900	0	0	0	1.200	0	0	0	0	0	1	1	
ABSORPELSA	23.000	9.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
LEVAPAN	1.930	45.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
PROQUIM	18.422	9.120	1.182	0	0	0	1.945	0	0	0	0	0	0	0	1	
TEJIDOS PINTEX	30.000	0	0	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
INODEGALVANIZ	6.000	32.040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
TEXTIQUIM	1.681	4.000	4.000	0	0	0	1.078	0	0	0	0	0	0	0	1	
ATU	4.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
DOMESTIC NAC	80	7.801	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
FABRILUSPINTO	16.300	1.450	0	0	0	0	0	1.100	0	0	0	0	0	0	1	
GALO GUERRA	0	20.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
LAB WINDSOR	250	500	2.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
LANAFIT	12.000	25.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
QUIMROSEMBERG	11.500	1.000	0	0	0	0	1.000	0	0	0	0	0	0	0	1	
AUTYMAQU ECUA	2.520	4.110	0	0	0	0	1.100	0	0	0	0	0	0	0	1	
CHABREL	1.400	7.120	0	1.200	0	0	0	1.000	0	0	0	0	0	0	0	
CHOVA	0	1.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DERYQUIM	8.000	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DRILLFOR	8.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EXPOCHARDIET	5.000	0	0	0	0	0	1.100	0	0	0	0	0	0	0	0	

Las cantidades de productos químicos están expresadas en kg.
Los colores permiten, para cada producto, visualizar la jerarquización de las cantidades

Orden decreciente de las cantidades

Fuente de los datos: Base de datos del CONSEP (1999) e investigación IRD (2000-2003)

profundos y adaptados para confirmar o invalidar tales resultados.

En su gran mayoría, las empresas que almacenan productos químicos se sitúan al interior de los límites de la ciudad de Quito pero tienden, en especial las más importantes, a concentrarse en el sur, particularmente a lo largo de la Panamericana, y sobre todo en el norte de la ciudad. Como lo indica el mapa 3-12, al igual que un informe del CONSEP[34], en el norte existen 5 sitios preferenciales: desde Calderón km 14 hasta la Panamericana km 4; desde la avenida América hasta La Pulida; desde la avenida Eloy Alfaro hasta Juan Molineros; avenida 6 de Diciembre (sector Tomás de Berlanga y Los Granados); sector Pusuquí y Pomasqui. La estrategia de almacenamiento de estas industrias gira en torno al aeropuerto, pues desde allí se distribuyen la mayor parte de productos químicos. A esto se suma la entrada de otros productos por la Panamericana Norte. También llegan sustancias químicas por la Panamericana Sur, provenientes de los puertos de la Costa[35].

Cartografía de las zonas expuestas a las amenazas ligadas al almacenamiento y al transporte de productos potencialmente peligrosos

A partir del análisis anterior sobre la localización de los combustibles y de los productos químicos potencialmente peligrosos, se intentó cartografiar las zonas expuestas del DMQ (mapa 3-13). El mapa representa todos los lugares de almacenamiento así como el trazado del oleoducto y de los poliductos[36]. Con base en esos puntos y líneas se representaron zonas de nivel alto y moderado de peligro. Las distancias adoptadas en relación con esos puntos y líneas aparecen en el cuadro 3-5 y fueron determinadas en función de tres fuentes de información:

- las distancias que se vieron afectadas al producirse accidentes en diferentes países y los perímetros de protección establecidos alrededor de los establecimientos peligrosos[37];

---

34 «Lugares de almacenamiento de productos químicos (importadores-exportadores)», 1999.

35 Cabe señalar que el sector fuerte de industrias importadoras de productos químicos se localiza en la Costa, existiendo pequeñas y medianas bodegas sucursales en Quito y en otras ciudades.

36 Las carreteras principales de transporte de combustibles y productos químicos no fueron representadas en la medida en que se requeriría de estudios más a profundidad que los que se han realizado hasta ahora. Se las resumió anteriormente en lo que respecta a los combustibles. Mayor información está disponible en Estacio y D'Ercole (2001), volumen 1, en cuanto a los combustibles y a los productos químicos potencialmente peligrosos.

37 Las informaciones se obtuvieron consultando diversos artículos, informes y bases de datos, como los del *Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques* (INERIS – www.ineris.fr), del *Ministère français de l'aménagement du territoire et de l'environnement* (Base de datos ARIA – aria.environnement.gouv.fr) o del *Britain's Health and Safety Executive* (www.hse.gov.uk).

Cuadro 3-5: Distancias consideradas para la elaboración del mapa de amenazas vinculadas a la presencia de combustibles

	Fuentes de amenazas			Impacto espacial	
Nivel de peligro decreciente	Almacenamiento de gas*	Almacenamiento de combustibles líquidos*	Empresas que almacenan productos químicos**	Radio alto nivel de peligro (m)	Radio nivel de peligros moderado a bajo (m)
Nivel 1	15.000 m^3 (Itulcachi)	No representado	No representado	500	1.500
Nivel 2	No representado	No representado	Empresas tipo 1	400	1.200
Nivel 3	800-3.500 m^3	80.000 m^3 (El Beaterio)	Empresas tipo 2	300	900
Nivel 4	50-100 m^3	5.000 m^3 (Itulcachi)	Empresas tipo 3	200	600
Nivel 5	15-50 m^3	50-120 m^3	Empresas tipo 4	100	300
Nivel 6	5-10 m^3	20-50 m^3	Empresas tipo 5	50	150

En lo que respecta a los ductos, la zona de alto peligro corresponde a una franja de 100 m de un lado y otro de las líneas y de 300 m en el caso de la zona de peligro moderado a bajo.

* No se consideraron los lugares de almacenamiento de menos de 5 m3 de gas y de menos de 20 m^3 de combustibles líquidos.
** Veanse los tipos de empresas en el cuadro 3-4.

- el uso de la versión en *software* (Canutec Ergo V 2.5) de la Guía Norteamericana de Respuesta en Casos de Emergencia, versión 2000, que proporciona informaciones para operativos de emergencia durante la fase inicial de un incidente relacionado con materiales peligrosos y ofrece en particular una tabla de aislamiento inicial y distancias de acción protectora, distancias útiles para salvaguardar a la población en las áreas de derrame que involucran materiales peligrosos de diversos tipos;
- las conclusiones de entrevistas a expertos, en especial en la Fundación Natura.

Este mapa, el primero del género realizado en Quito, presenta sin embargo limitaciones de las que el lector debe estar consciente. De manera general, a nivel mundial, la cartografía de la amenaza tecnológica tiene todavía muchas carencias, más incluso que la de las amenazas de origen natural. Existen aun muchos puntos de incertidumbre en cuanto a la reacción de los productos químicos y sus efectos espaciales en caso de accidente. Los mapas de amenazas pueden ser entonces más o menos afinados, basándose en criterios más o menos pertinentes, pero seguirán siendo aproximados. En el mapa aquí presentado, las distancias se basan en eventos acaecidos

en otros contextos, sin un verdadero análisis de los efectos posibles de los productos y de la asociación de los productos existentes en cada una de las empresas consideradas o en empresas geográficamente cercanas, capaces de generar fenómenos en cadena. Por otro lado, se estableció una diferenciación entre los combustibles líquidos y los gaseosos (GLP), considerando que los espacios potencialmente afectados por estos últimos son más extensos. Sin embargo, si bien un accidente que se produce en un establecimiento que almacena combustibles líquidos acarrea generalmente incendios relativamente confinados, es posible que ocurran igualmente explosiones al pasar el combustible líquido al estado de vapor (en ciertas condiciones meteorológicas, por ejemplo). En este caso, la zona de riesgo es más extensa. Finalmente, el mapa muestra una zona de riesgo circular alrededor de cada establecimiento potencialmente peligroso, lo que es una simplificación de la realidad. En efecto, las condiciones topográficas, meteorológicas, el sistema de flujo de las aguas, las características de la napa freática, las de la urbanización, pueden modificar sustancialmente el trazado de dichas zonas[38].

En ciertos casos el resultado ha podido ser sobreestimado, subestimado en otros, pues no se tuvo en cuenta el contexto topográfico y meteorológico ni se elaboró un verdadero escenario en función de tipos particulares de accidentes. No obstante, la elaboración del mapa 3-13 se basó en la localización y la cuantificación de productos peligrosos y puede por tanto constituir una primera aproximación a la exposición a las amenazas vinculadas con los productos potencialmente peligrosos, debiéndosela completar en el futuro mediante estudios más a profundidad y mejor adaptados al contexto local.

Según los resultados obtenidos, más del 3% de la superficie del Distrito está expuesto a las amenazas ligadas a los productos peligrosos, y el 1% se ubica en una zona de alto nivel de peligro. En lo que atañe a la ciudad de Quito, cerca de un tercio está expuesto y más de un 5% se encuentra en una zona de alta exposición. Se trata pues principalmente de la ciudad y de los espacios urbanizados, en especial en el norte, los sectores industriales situados cerca del aeropuerto o al noreste en dirección de Pomasqui (Carcelén, Ponceano, Comité del Pueblo), y en el sur, a lo largo de la Panamericana y de los ductos. Fuera de la capital, el peligro está presente sobre todo a lo largo del oleoducto y del poliducto, en los sectores donde se localizan las plantas Itulcachi y AGIP-Ecuador y, de manera más puntual en parroquias como Pifo, Tababela o Calderón.

[38] En ciertos casos estas están representadas en forma oval a fin de tener en cuenta el desplazamiento de posibles nubes tóxicas en función de la dirección de los vientos dominantes, pero ello no permite resolver sino una parte de los problemas evocados.

8. Síntesis de la exposición del DMQ a las amenazas

Después de haber analizado por separado los seis tipos de amenazas considerados en este estudio (volcánicas, sísmicas, geomorfológicas, hidroclimáticas, morfoclimáticas y ligadas a la presencia de productos potencialmente peligrosos), la idea es realizar una síntesis cartográfica de todo ello. El objetivo es caracterizar el espacio metropolitano según el número de amenazas a las que está expuesto, y proponer igualmente algunos ejemplos de asociaciones de amenazas que podrían interactuar, como la amenaza sísmica y la geomorfológica.

Metodología y limitaciones de los mapas de síntesis

Los resultados que diferencian el espacio metropolitano según el número de amenazas deben leerse con prudencia. En efecto, los mapas de base que permitieron elaborar los de síntesis no cubren el mismo espacio. Algunos representan todo el Distrito (amenazas volcánicas y ligadas a la presencia de productos peligrosos) o una parte más o menos extensa de él (amenazas sísmicas y geomorfológicas), otros no cubren sino Quito (amenazas hidroclimáticas y morfoclimáticas). Esta disparidad espacial de la información tiende mecánicamente a concentrar el mayor número de amenazas al interior de la ciudad de Quito y en su cercanía, en los lugares de los que se dispone de información sobre todos los tipos de amenazas. En cambio, en los espacios del Distrito que aparecen como expuestos a un limitado número de amenazas (e incluso a ninguna), el grado de exposición está probablemente subestimado. En resumen, si bien la información de síntesis puede considerarse lo suficientemente completa para Quito, no es el caso tratándose de ciertas partes del Distrito para las cuales la información básica en materia de amenazas es muy parcial. Los mapas proporcionan entonces una síntesis de los conocimientos actuales en materia de amenazas en espacios para los cuales se han realizado los análisis correspondientes y su limitación está ligada al carácter aún no completo de la información[39].

Otras limitaciones importantes se deben señalar. En lo que respecta a los peligros, se escogieron los mapas considerados más confiables por la calidad de sus autores o de las instituciones que contribuyeron a su realización, pero claro está que esos mapas pueden ser completados, actualizados o mejorados. Las escalas utilizadas para la elaboración de los mapas de base son a veces diferentes, lo que incide en la

39 Concretamente, muchas mallas pueden estar expuestas a más amenazas de las que indican los mapas. Es, por ejemplo, poco probable que los espacios representados en celeste no estén expuestos a ninguna de las 6 amenazas analizadas, sobre todo si se consideran los niveles moderados de peligro. Una malla que no presenta peligro puede en realidad estar sometida a uno o varios, pero los datos utilizables en la actualidad no permiten saberlo (o por lo menos no han sido comprobados científicamente).

precisión del diagnóstico sobre la exposición a las amenazas. Por otro lado, el hecho de reunir peligros que no tienen ni la misma probabilidad de ocurrencia, ni las mismas consecuencias potenciales, puede plantear problemas en la evaluación de los riesgos[40].

Teniendo en mente estas limitaciones, hay que tomar con precaución los resultados obtenidos. Los mapas de síntesis elaborados no permiten establecer un diagnóstico totalmente seguro y menos aún definitivo. Sin embargo, su objetivo es doble. En primer lugar se trata, gracias a las posibilidades que ofrece el SIG, de utilizar de la mejor manera la información disponible en un momento dado. En segundo término se pretende orientar la atención de quienes toman decisiones hacia lugares con una fuerte probabilidad de encontrarse en situación de exposición a los peligros, lo que permite, entre otras cosas, seleccionar espacios sobre los cuales se deben realizar estudios más finos, a mayor escala.

Considerando pues las limitaciones señaladas, los mapas 3-14 a 3-17 constituyen la síntesis de la exposición del DMQ. Fueron elaborados con base en los diferentes mapas de exposición a las amenazas presentados anteriormente. Para cada tipo de amenaza, se distinguieron sectores de alto nivel de peligro y sectores de alto y moderado nivel de peligro. En cuanto a las amenazas volcánicas, morfoclimáticas y las ligadas a la presencia de productos peligrosos, solo había un mapa disponible para cada una y se utilizaron directamente las informaciones de cada uno. En el caso de las amenazas sísmicas, geomorfológicas y climáticas, se emplearon dos o tres mapas y se desembocó en una síntesis cartográfica según el método presentado en el cuadro 3-6. A manera de ejemplo, el mapa 3-18 presenta el resultado de la síntesis cartográfica de la exposición a la amenaza geomorfológica. Las informaciones de los seis mapas de amenazas «alto nivel de peligro» y de los seis de amenazas «nivel alto y moderado de peligro» se superpusieron en el SIG y se transfirieron a las 28.887 mallas que cubren el Distrito. Así, los mapas 3-14 y 3-15 indican, para cada malla, el número de amenazas correspondiente a los niveles altos de peligro y los mapas 3-16 y 3-17 aquel que corresponde a los niveles alto y moderado de peligro.

---

40 La probabilidad de ocurrencia de un terremoto o de una erupción volcánica es menor que la de un accidente grave en un establecimiento que almacena productos peligrosos o que la de los aluviones, y estas son menores que las de inundaciones y deslizamientos de terreno. Por otro lado, como se ha visto, ciertos fenómenos de un mismo tipo no tienen la misma probabilidad de ocurrencia (por ejemplo, erupción del volcán Guagua Pichincha en relación con una del Pululahua, un simple deslizamiento de terreno en relación con un desmoronamiento masivo de una vertiente, etc.).

Cuadro 3-6 - Documentos cartográficos y metodología utilizados para la realización de los mapas sintéticos de exposición a las amenazas

Amenazas	Referencias cartográficas	Escala de integración	Metodología de determinación de los niveles de amenaza	
			Alto nivel de amenaza	Nivel moderado y alto
Volcánicas	Peligros volcánicos potenciales de los volcanes Guagua Pichincha, Cotopaxi, Pululahua y Ninahuilca (IG-EPN) –véase el mapa 3-2 y la nota 11–	1:50.000	Se consideraron los sectores con más altos niveles de peligro.	Se consideron todos los sectores expuestos a la amenaza volcánica independientemente del nivel de peligro.
Sísmicas	Microzonificación sísmica de los suelos del Distrito Metropolitano de Quito (EPN) –véase el mapa 3-3–	1:175.000	Se realizó una unión de las zonas S3 del mapa de la EPN con las zonas expuestas del mapa del AIQ.	Se realizó una unión de las zonas S2 y S3 del mapa de la EPN con las zonas expuestas del mapa del AIQ.
	Areas potencialmente licuefactibles (*Atlas Infográfico de Quito*, 1992) –véase el mapa 3-3–	1:50.000		
Geomorfológicas	Resultados de las investigaciones de Pierre Peltre (IRD) sobre la frecuencia de los derrumbes y hundimientos en Quito (periodo 1900-1988) y la localización de los sectores afectados –véase –véase el mapa 3-4–	1:20.000	Se realizó una intersección de los sectores de más alto nivel de peligro representados en los mapas 3-5 (susceptibilidad a los deslizamientos muy alta y alta) y 3-6 (sectores inestables y relativamente inestables) y con el resultado se realizó una unión con los sectores afectados más de una vez, localizados en el mapa 3-4	Se realizó una unión de los sectores de más alto nivel de peligro representados en los mapas 3-5 (susceptibilidad a los deslizamientos muy alta y alta) y 3-6 (sectores inestables y relativamente inestables) y con el resultado se realizó una unión con los sectores ya afectados una vez en el pasado, localizados en el mapa 3-4
	Susceptibilidad a los deslizamientos en el área urbana de Quito (EPN, 1994) –véase el mapa 3-5–	1:50.000		
	Estabilidad geomorfológica del área metropolitana de Quito (*Atlas Infográfico de Quito*, 1992) –véase el mapa 3-6–	1:50.000		
Hidroclimáticas	Resultados de las investigaciones de Pierre Peltre (IRD) sobre la frecuencia de las inundaciones en Quito (periodo 1900-1988) y la localización de los sectores afectados –véase el mapa 3-8–	1:20.000	Se realizó una intersección de las zonas representadas en los tres mapas, expuestas a inundaciones. Se trata pues de zonas expuestas comunes a los tres mapas.	Se realizó una unión de las zonas representadas en los tres mapas, expuestas a inundaciones. Se trata pues del conjunto de zonas expuestas representadas en los tres mapas.
	Inundaciones en Quito por problemas de colectores (EMAAP, 2000) –véase el mapa 3-9–	1:20.000		
	Areas inundables en Quito (*Atlas Infográfico de Quito*, 1992)	1:50.000		
Morfoclimáticas	Resultados de las investigaciones de Pierre Peltre (IRD) sobre la frecuencia de los aluviones en Quito (periodo 1900-1988) y la localización de los sectores afectados –véase el mapa 3-10–	1:20.000	Se consideraron los sectores afectados más de una vez.	Se consideraron todos los sectores ya afectados en el pasado
Tecnológicas	Sectores del DMQ expuestos a amenazas relacionadas con la presencia de productos peligrosos –véase el mapa 3-13–	1:50.000	Se consideraron los sectores con alto grado de amenaza.	Se consideraron los sectores con niveles altos y moderados de amenaza.

Cuadro 3-7: Repartición de las mallas que cubren el Distrito según el número y el tipo de amenazas

	Alto nivel de peligro		Nivel de peligro alto a moderado	
	Número de mallas concernidas	%	Número de mallas concernidas	%
Número de amenazas				
6	0	*0*	23	*0,08*
5	3	*0,01*	78	*0,27*
4	9	*0,03*	178	*0,62*
3	61	*0,21*	1.435	*4,97*
2	669	*2,32*	7.218	*24,99*
1	6.001	*20,77*	9.182	*31,79*
al menos una	6.743	*23,34*	18.114	*62,71*
ninguna	22.144	*76,66*	10.773	*37,29*
Total	28.887	*100*	28.887	*100*
Tipo de amenazas				
Amenaza volcánica	5.062	*17,52*	7.280	*25,2*
Amenaza sísmica	1.105	*3,83*	4.030	*13,95*
Amenaza geomorfológica	906	*3,14*	16.269	*56,32*
Amenaza hidroclimática	44	*0,15*	330	*1,14*
Amenaza morfoclimática	41	*0,14*	142	*0,49*
Almacenamiento de productos químicos	415	*1,44*	1.112	*3,85*

9. Interpretación de los mapas de síntesis

Una alta vulnerabilidad del espacio metropolitano

Según los mapas de síntesis, en más del 23% de las mallas existe al menos una amenaza con un alto nivel de peligro y en cerca del 63% al menos una amenaza con un nivel de peligro elevado y moderado (cuadro 3-7). El cuadro indica igualmente que numerosas mallas se caracterizan por la exposición a varias amenazas. Así, 23 mallas corresponden a espacios expuestos a todas las amenazas consideradas en este estudio (nivel de peligro elevado y moderado). Por otro lado, en superficie, el espacio metropolitano está sobre todo expuesto a la amenaza geomorfológica en el nivel de peligro elevado y moderado y a la amenaza volcánica en el nivel de peligro elevado.

Los mapas de síntesis indican que el espacio metropolitano presenta globalmente una fuerte vulnerabilidad vinculada a la exposición a las amenazas y que esta forma de vulnerabilidad caracteriza particularmente a la ciudad de Quito. En esta y en el caso del nivel elevado de peligro, son en particular los sectores situados al oeste del aeropuerto los expuestos a numerosas amenazas (parroquias La Concepción y Cochapamba) así como los sectores del centro histórico y cercanos a él (en especial San Juan y La Libertad). En el nivel de peligro elevado y moderado se destacan igualmente esos sectores pero al mismo tiempo otros donde los 6 tipos de amenazas están representados frecuentemente, principalmente el territorio correspondiente a la parroquia Belisario Quevedo al oeste de la Mariscal Sucre. Fuera de la capital, son sobre todo las parroquias Alangasí, Conocoto, Lloa, Calacalí, Pomasqui y San Antonio las que están expuestas a numerosas amenazas.

Asociación de amenazas

Como se vio, el espacio metropolitano puede subdividirse en subespacios caracterizados por una cantidad más o menos elevada de amenazas a las que están expuestos. Gracias a las posibilidades que ofrece el SIG, es posible conocer la diversidad de tales amenazas y apreciar la manera en que estas pueden asociarse. Algunas asociaciones son particularmente relevantes en la hipótesis de amenazas que se producen al mismo tiempo (un terremoto e inundaciones, por ejemplo), pero de manera general, las combinaciones más pertinentes son las que pueden acarrear efectos en cadena como por ejemplo deslizamientos de terreno durante o después de un sismo.

En el caso del DMQ, son numerosas las posibilidades de combinación dado el número de amenazas que pesan sobre él (véase el cuadro 3-8). Fuera de los espacios expuestos a una amenaza o a ninguna, 28 asociaciones son posibles si se restringe el análisis al nivel alto de peligro, 43 en el nivel de peligro alto y moderado. Algunas de ellas cubren grandes espacios como las amenazas volcánicas y geomorfológicas o las amenazas sísmicas y geomorfológicas (17 y 6% del espacio respectivamente en la configuración alto

Cuadro 3-8: Asociaciones de amenazas que afectan al DMQ y repartición por mallas
(número de mallas consideradas: 5 y más)

Alto nivel de peligro		
Asociaciones	número de mallas	%
Ninguna	22.144	*76,657*
V	4.520	*15,647*
G	712	*2,465*
S	519	*1,797*
VS	371	*1,284*
P	245	*0,848*
SP	78	*0,270*
VG	65	*0,225*
SG	48	*0,166*
VP	46	*0,159*
GI	28	*0,097*
VSG	20	*0,069*
SI	17	*0,059*
VSP	8	*0,028*
VSA	7	*0,024*
SA	7	*0,024*
GA	5	*0,017*
I	5	*0,017*

Nivel de peligro alto y moderado		
Asociaciones	número de mallas	%
Ninguna	10.773	*37,294*
G	7.771	*26,901*
VG	4.869	*16,855*
SG	1.726	*5,975*
VSG	924	*3,199*
V	886	*3,067*
S	405	*1,402*
GP	282	*0,976*
SGP	255	*0,883*
VS	218	*0,755*
P	116	*0,402*
SP	107	*0,37*
VGP	106	*0,367*
SGI	45	*0,156*
VSP	43	*0,149*
SGIP	42	*0,145*
VSGP	40	*0,138*
VSGIA	32	*0,111*
VSGI	32	*0,111*
VSGIP	26	*0,09*
VSGIAP	23	*0,08*
SGIA	17	*0,059*
VSGA	16	*0,055*
GIP	15	*0,052*
VSIP	14	*0,048*
SIP	14	*0,048*
VSI	13	*0,045*
SGIAP	11	*0,038*
GI	9	*0,031*
VSIAP	6	*0,021*
VGIA	6	*0,021*
SGA	6	*0,021*
VGI	5	*0,017*

V: Amenaza volcánica

S: Amenaza sísmica

G Amenaza geomorfológica

I: Amenaza por inundaciones

A: Amenaza por aluviones

P: Amenaza por presencia de productos peligrosos

y moderado nivel de peligro). Otras asociaciones son más complejas como la conjunción de amenazas sísmicas, geomorfológicas y presencia de productos peligrosos (cerca del 1% del espacio metropolitano en la configuración alto y moderado nivel de peligro). Teóricamente, todas las asociaciones pueden ser objeto de cartografía. Sin embargo, para que sea legible, el mapa fue simplificado agrupando las asociaciones menos frecuentes (mapa 3-19). Si bien la gran cantidad de asociaciones apenas se prestan a la cartografía, es posible interrogar al SIG y obtener la información relativa a la presencia de las amenazas, malla por malla, en especial cuando el objetivo del utilizador es establecer un diagnóstico de un sector restringido del Distrito.

Las asociaciones de amenazas de 2 en 2 son más apropiadas para la cartografía y el interés es tanto mayor cuanto que si las amenazas se combinan responden a una lógica de cadena de efectos. Es el caso de las 3 configuraciones que se tomaron como ejemplo.

El mapa 3-20 muestra la localización de la presencia conjunta de la amenaza sísmica y de la amenaza geomorfológica[41]. Es útil identificar los espacios expuestos a estos dos tipos de amenazas en la medida en que la primera provoca muy a menudo el desencadenamiento de la segunda. Se observará que esta asociación concierne importantes espacios al interior de la ciudad de Quito y en su cercanía. Es particularmente el caso de la vertiente que separa a la capital de los valles orientales (parroquias de Amaguaña, Conocoto, Cumbayá y Nayón), de una gran parte del piedemonte del volcán Pichincha y de vastos espacios de las parroquias El Condado, Carcelén, Calderón, Pomasqui, San Antonio de Pichincha, Calacalí y Nono.

La amenaza sísmica puede interactuar con los establecimientos que almacenan productos peligrosos y los ductos, acarreando incendios, explosiones, derrames, etc., que se suman a los efectos del sismo. El mapa 3-21 indica los lugares donde son más probables las interacciones entre amenazas sísmicas y productos peligrosos. Se trata sobre todo de la parte meridional de la ciudad de Quito así como de los valles orientales (Conocoto, Alangasí), a lo largo del oleoducto y del poliducto. En el norte, son principalmente los sectores situados al sur y al este del aeropuerto, así como algunas parroquias como Belisario Quevedo y Carcelén.

Los lugares de almacenamiento de productos peligrosos pueden también interactuar con las inundaciones, lo que puede acarrear corto-circuitos, explosiones o contaminación. El mapa 3-22 representa los espacios donde estos fenómenos son más probables. Estos se sitúan en la ciudad de Quito y cubren cerca

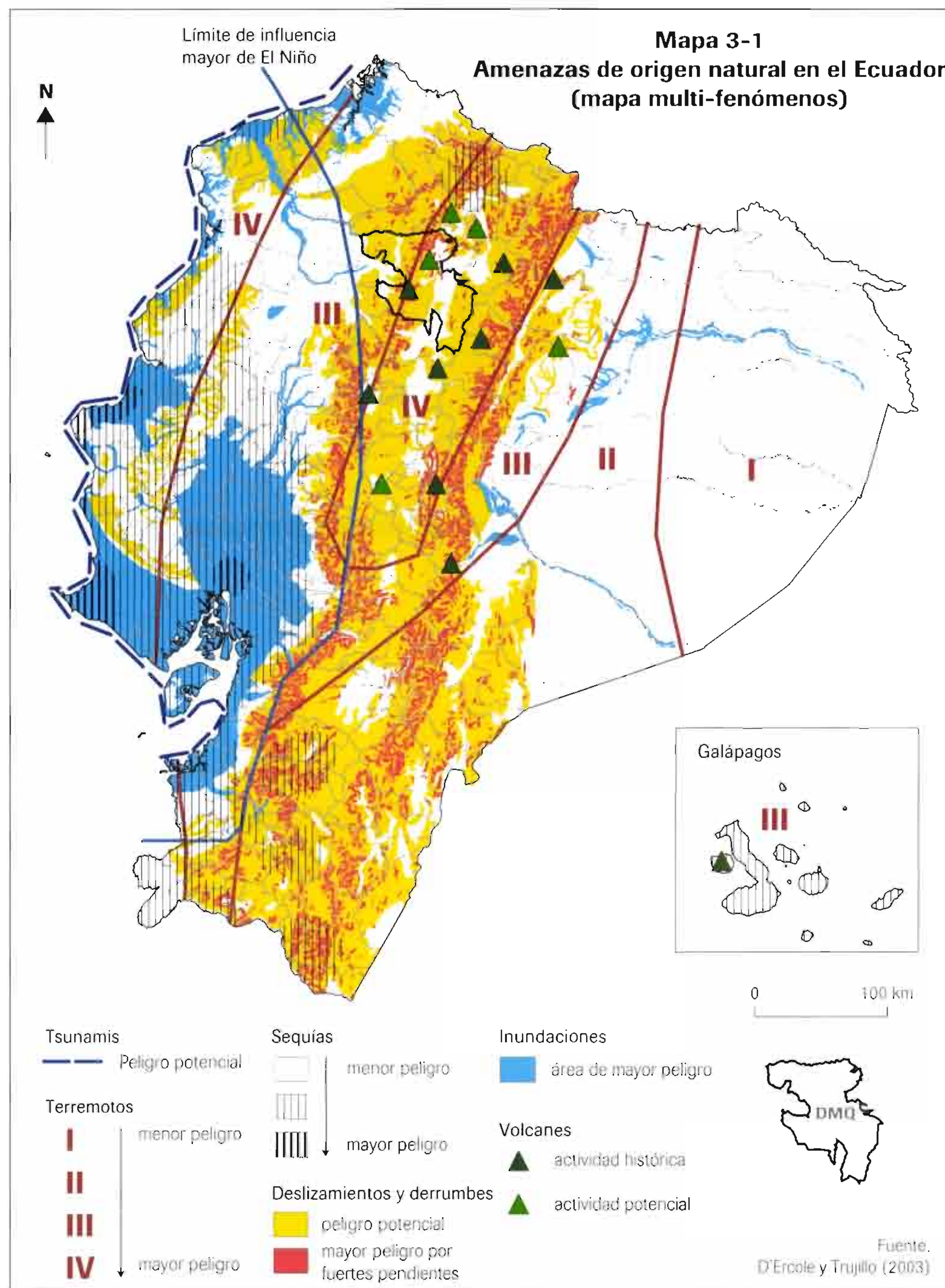
[41] Este mapa fue elaborado a partir de los límites reales que figuran en los mapas de zonificación de las amenazas sísmicas y geomorfológicas y no con base en una información trasladada a mallas como en los mapas anteriores. El mismo método se utilizó para los dos mapas siguientes.

de 1.000 ha, es decir aproximadamente el 5% de la superficie. Conciernen una parte de las parroquias Belisario Quevedo y San Juan, varios barrios situados al sur del centro histórico, así como sectores ubicados al sur y sureste del aeropuerto.

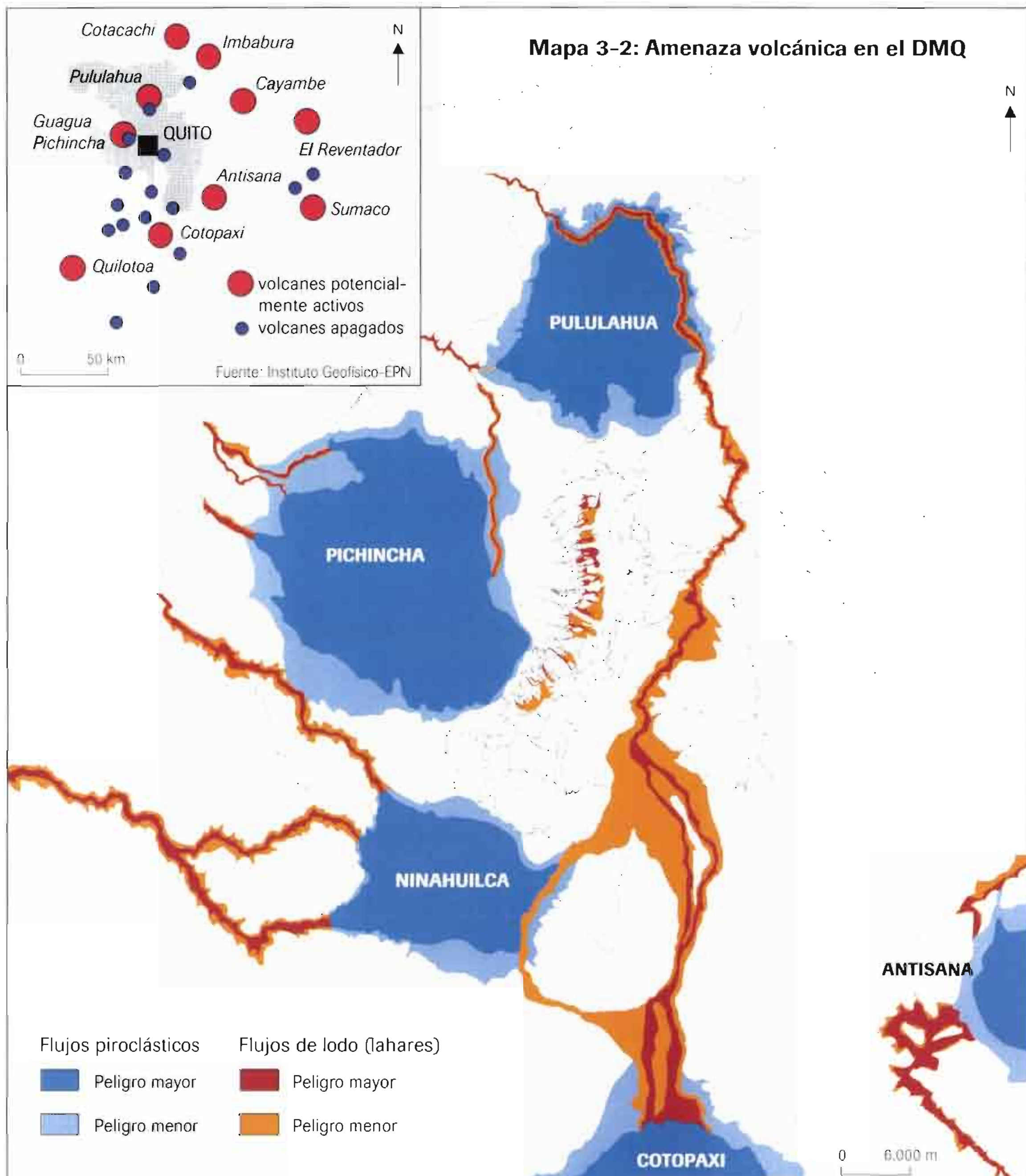
Conclusión

La primera conclusión de este capítulo radica en el hecho de que el Distrito está, en su conjunto, ampliamente expuesto a los seis tipos de amenazas considerados en este estudio. Como lo indican los diferentes mapas, por tipo de amenaza o de síntesis, el espacio metropolitano no se ve sin embargo afectado de manera uniforme. Algunos lugares están cuantitativamente más expuestos (mayor número de amenazas, mayor probabilidad de ocurrencia, mayores intensidades previsibles), otros presentan asociaciones de amenazas particularmente peligrosas. Los resultados obtenidos, interesantes por sí solos, no adquirirán un verdadero sentido sino cuando sean cruzados con los lugares donde se ubican los elementos esenciales del funcionamiento del Distrito. Es el objetivo de la síntesis de esta primera parte (capítulo 4), donde los lugares esenciales del DMQ serán relacionados con la vulnerabilidad espacial caracterizada por la exposición a las amenazas y por la accesibilidad de los espacios, a fin de poner en evidencia la vulnerabilidad territorial del DMQ. Además, en la continuación de esta obra, el estudio de la vulnerabilidad de algunos elementos esenciales del DMQ considera la presencia simultánea en el espacio de los elementos esenciales y de las amenazas, siendo la exposición a estas una de las formas de vulnerabilidad analizadas.

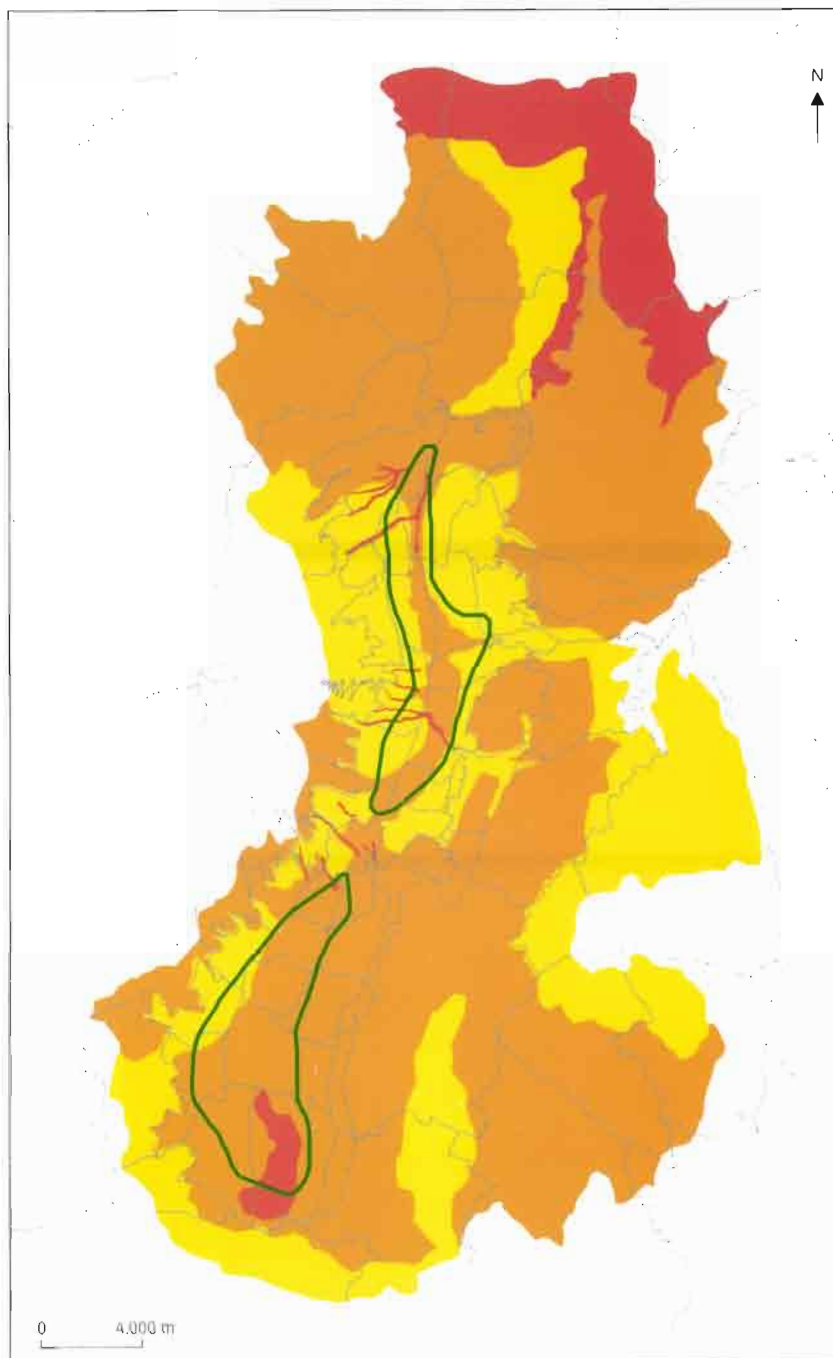
La segunda conclusión se refiere a las limitaciones del presente estudio. Estas, que atañen a la vez a los datos de base y al método empleado, han sido subrayadas a todo lo largo de este capítulo. No retomaremos el asunto sino para decir que el utilizador de los documentos aquí presentados debe tener plena conciencia de ellas. El objetivo de este estudio es, ante todo, explotar de la mejor manera posible las informaciones disponibles en un momento dado, sabiendo que estas son perfectibles, y proporcionar a las autoridades una posibilidad de enfocar y optimizar las políticas de prevención de riesgos. Ciertos espacios puestos en evidencia por el número o el tipo de amenazas merecen estudios más finos. En otros casos, en especial fuera de la ciudad de Quito, la información en materia de amenazas es muy parcial y hasta inexistente y por tanto es preciso emprender todo un proceso de investigación. La heterogeneidad de la información de base (cobertura espacial desigual, escalas de estudio variables, métodos diferentes de evaluación de las amenazas y de los espacios expuestos, etc.) a la que intentamos dar soluciones, al menos parciales, constituye una limitación para una aproximación global de los riesgos al interior del Distrito. Hay pues que desplegar un esfuerzo de coordinación y de armonización de la investigación y del manejo de la información en materia de amenazas.



Mapa 3-1
Amenazas de origen natural en el Ecuador
(mapa multi-fenómenos)
Límite de influencia
mayor de El Niño
N
IV
III
IV
III
II
I
Galápagos
III
0
100 km
Tsunamis
Peligro potencial
Terremotos
I
II
III
IV
menor peligro
mayor peligro
Sequías
menor peligro
mayor peligro
Deslizamientos y derrumbes
peligro potencial
mayor peligro por
fuertes pendientes
Inundaciones
área de mayor peligro
Volcanes
actividad histórica
actividad potencial
DMQ
Fuente.
D'Ercole y Trujillo (2003)



Fuentes: IG-EPN y base de datos de la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda



Mapa 3-3
Microzonificación sísmica de los suelos del DMQ y áreas potencialmente licuefactibles

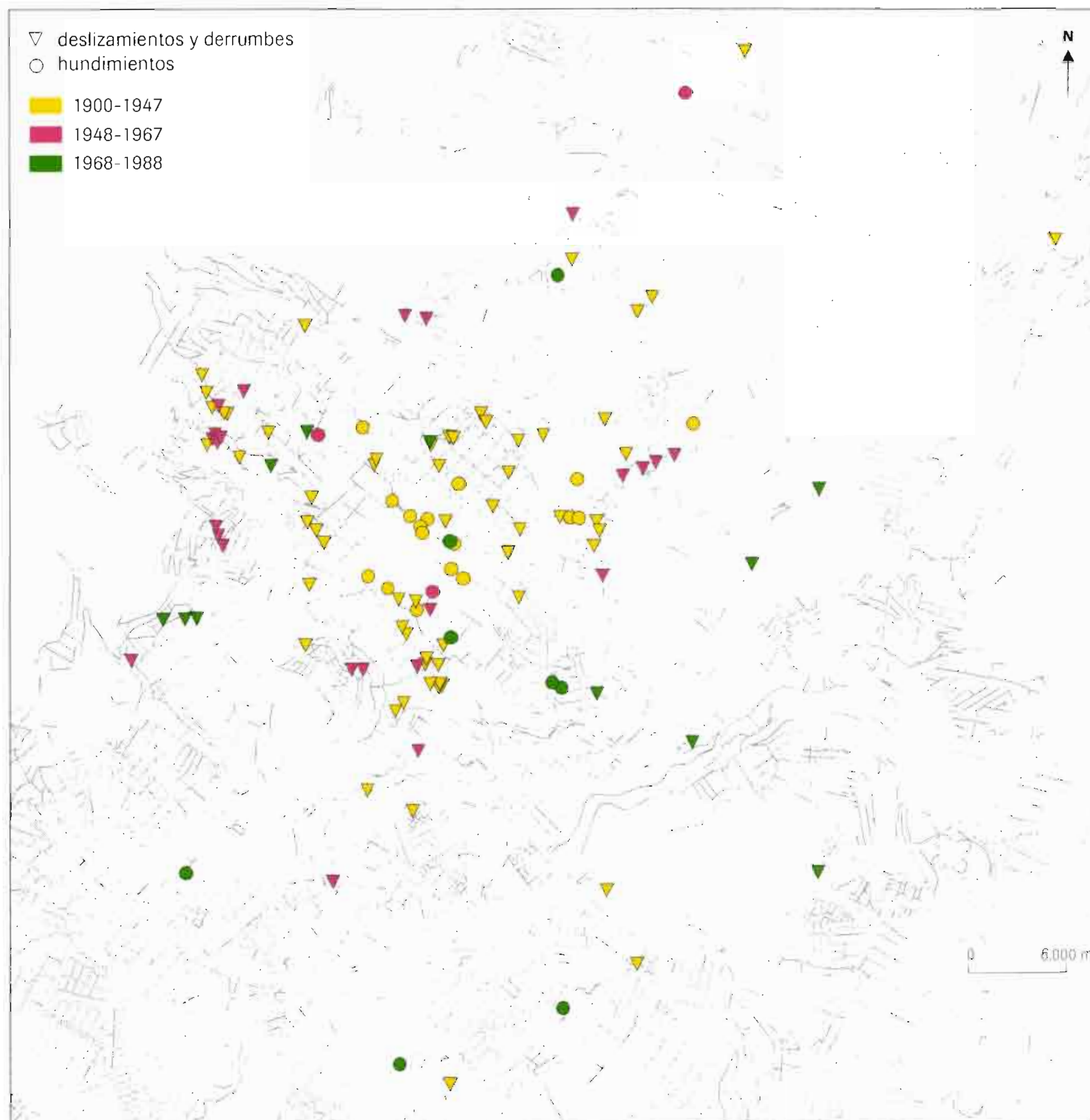
S1 - Rocas y suelos endurecidos
S2 - Suelos intermedios
S3 - Suelos blandos

Fuente: EPN/MDMQ, abril de 2001

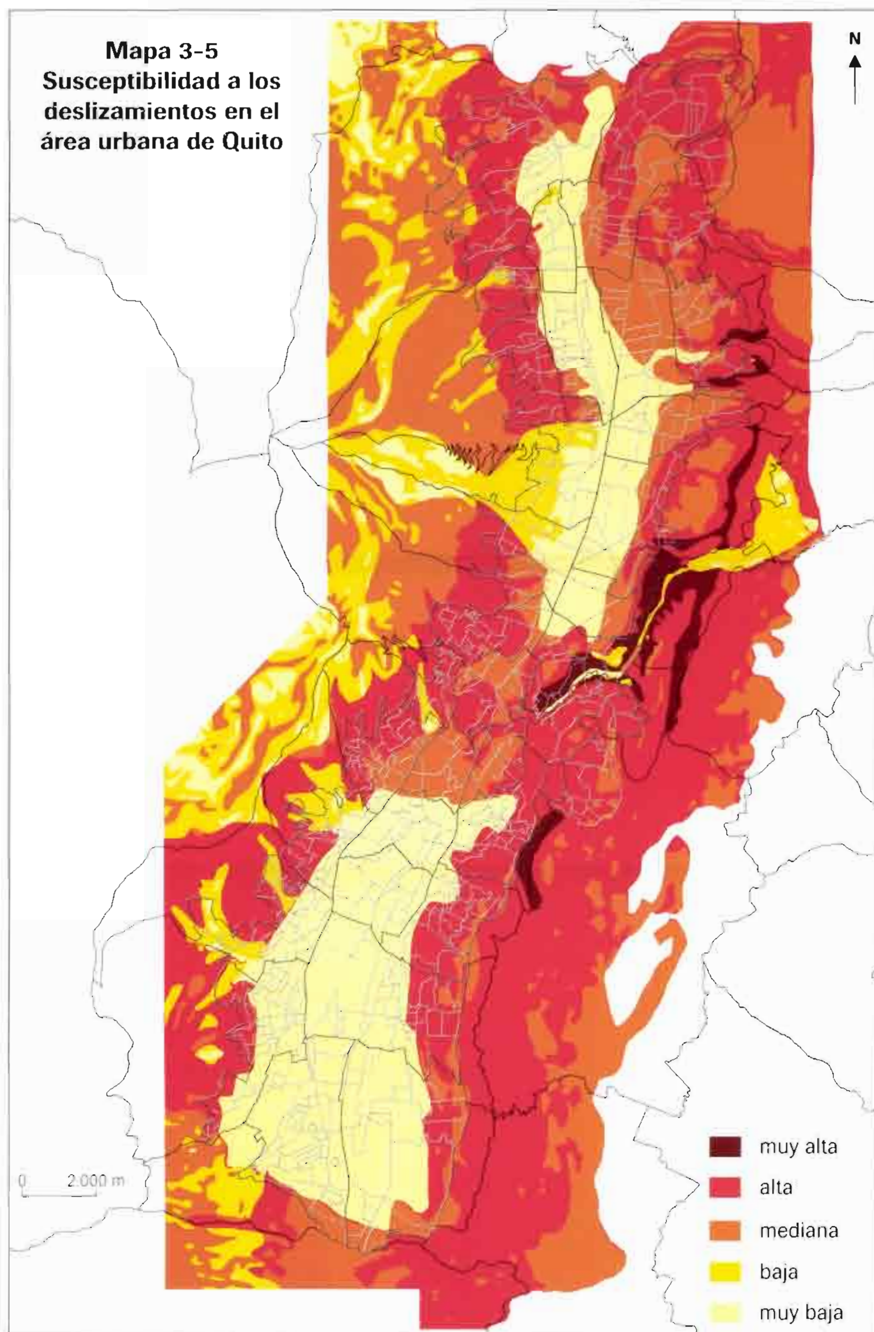
Áreas potencialmente licuefactibles

Fuente: lámina 04, *Atlas Infográfico de Quito*, 1992

Mapa 3-4: Deslizamientos, derrumbes y hundimientos en Quito (eventos de 1900 a 1988)



Fuente: Investigación Pierre Peltre (IRD)



Fuente: Departamento de Geología, EPN (1994)

Mapa 3-6: Estabilidad geomorfológica del área metropolitana de Quito

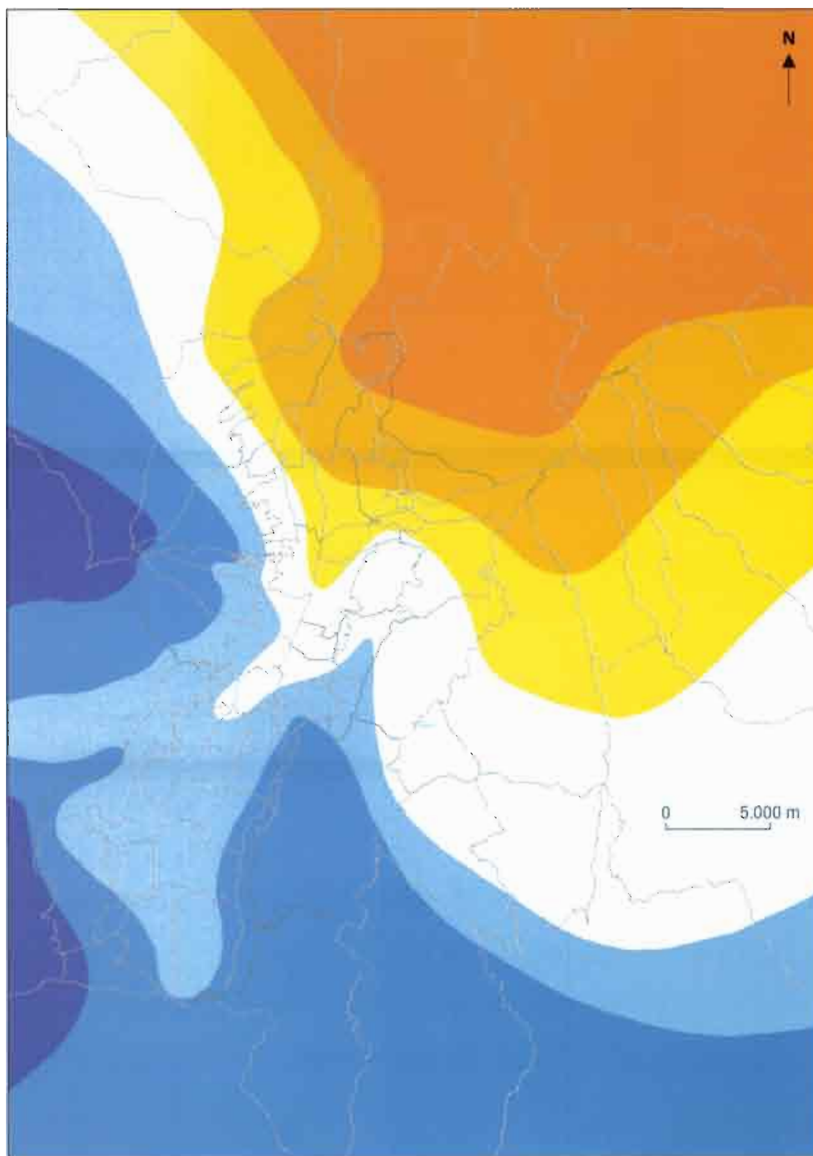


Espacios

- estables
- relativamente estables
- relativamente inestables
- inestables

0 6 000 m

Fuente: AIQ, 1992, lámina 04



Mapa 3-7
Pluviosidad de Quito y alrededores
(promedio anual)

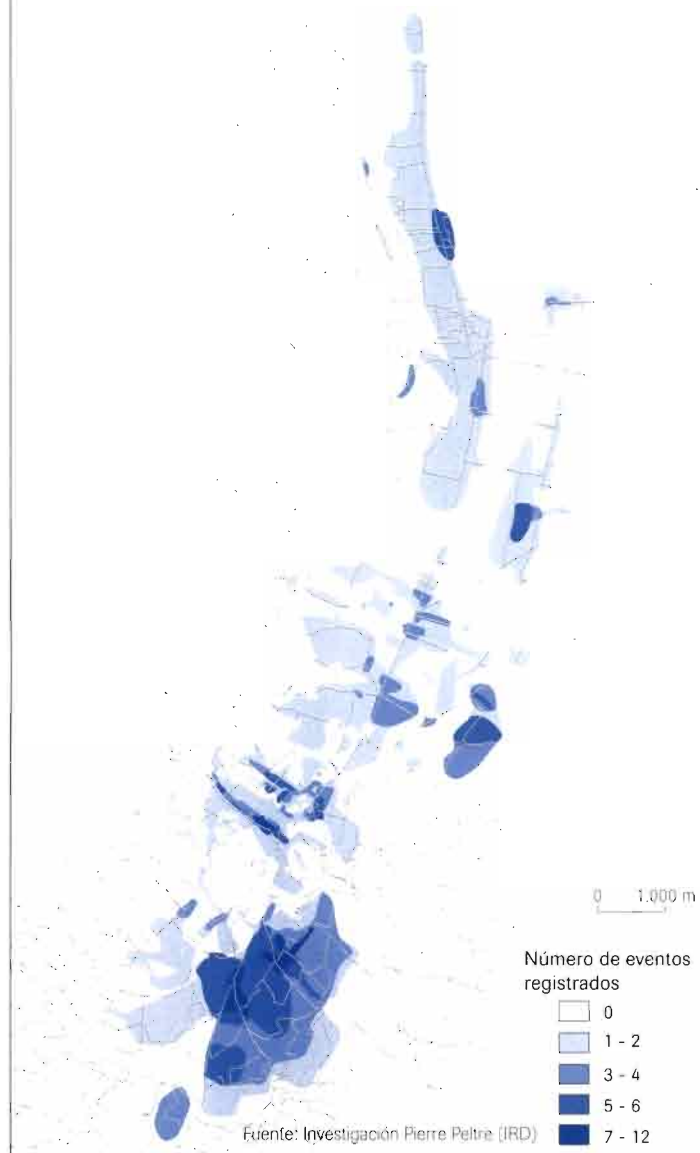
Precipitaciones (en mm)

- [400-600[
- [600-800[
- [800-1.000[
- [1.000-1.200[
- [1.200-1.400[
- [1.400-1.600[
- [1.600-1.800[

Fuentes:
Pourrut y Leiva (1989), AIQ, Dávila (1992)

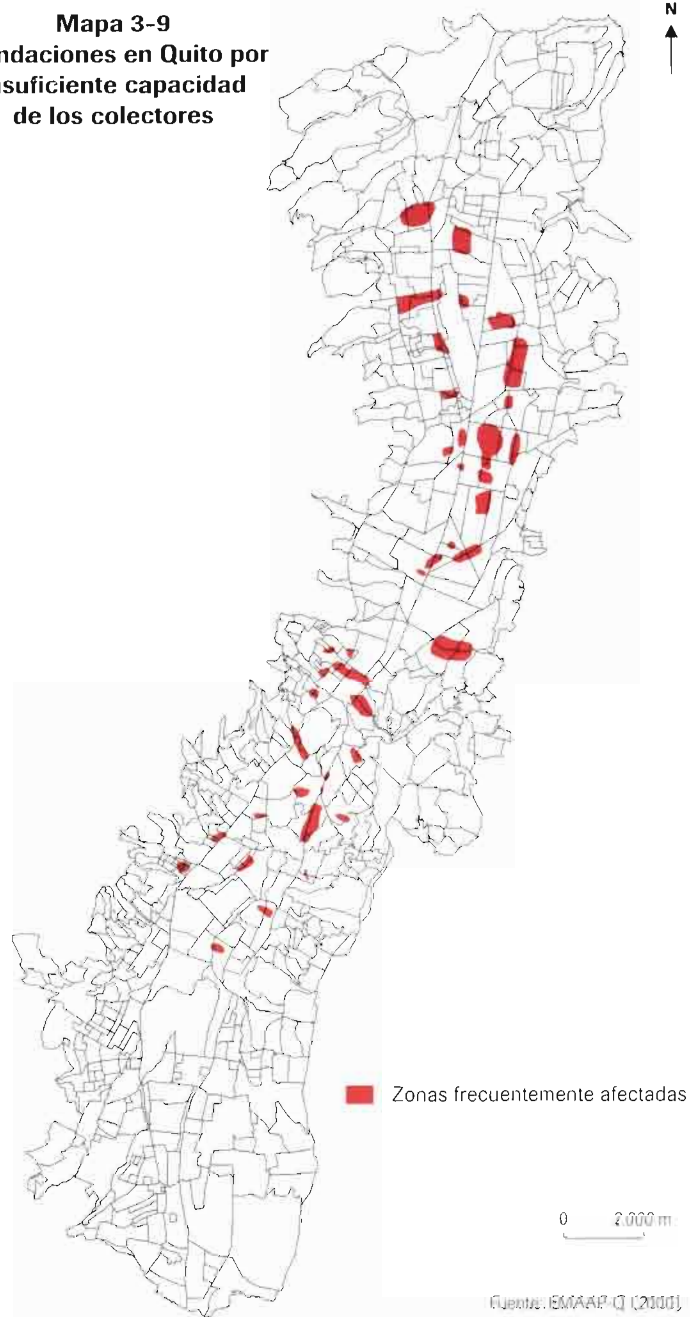
Mapa 3-8
Inundaciones en Quito
(eventos 1900-1988)

N

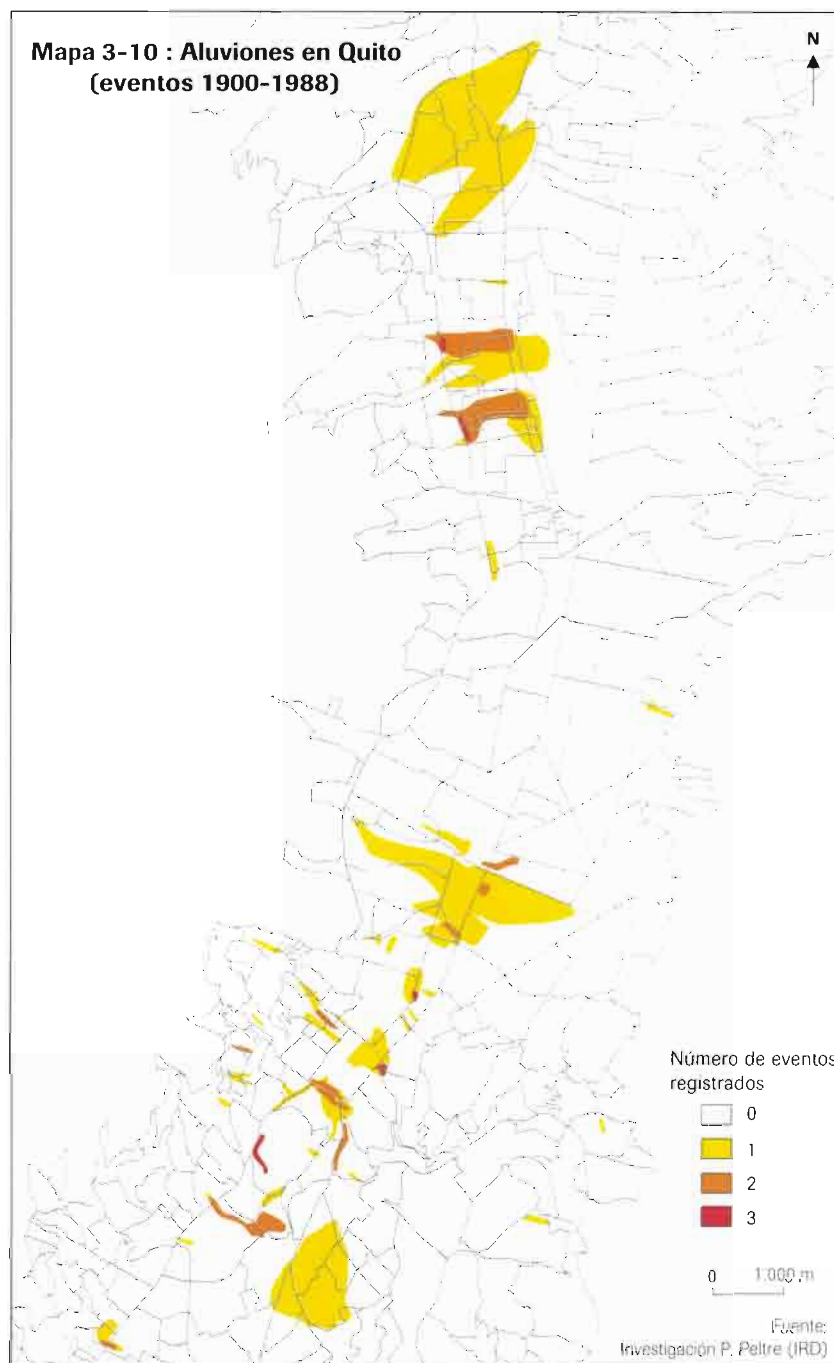


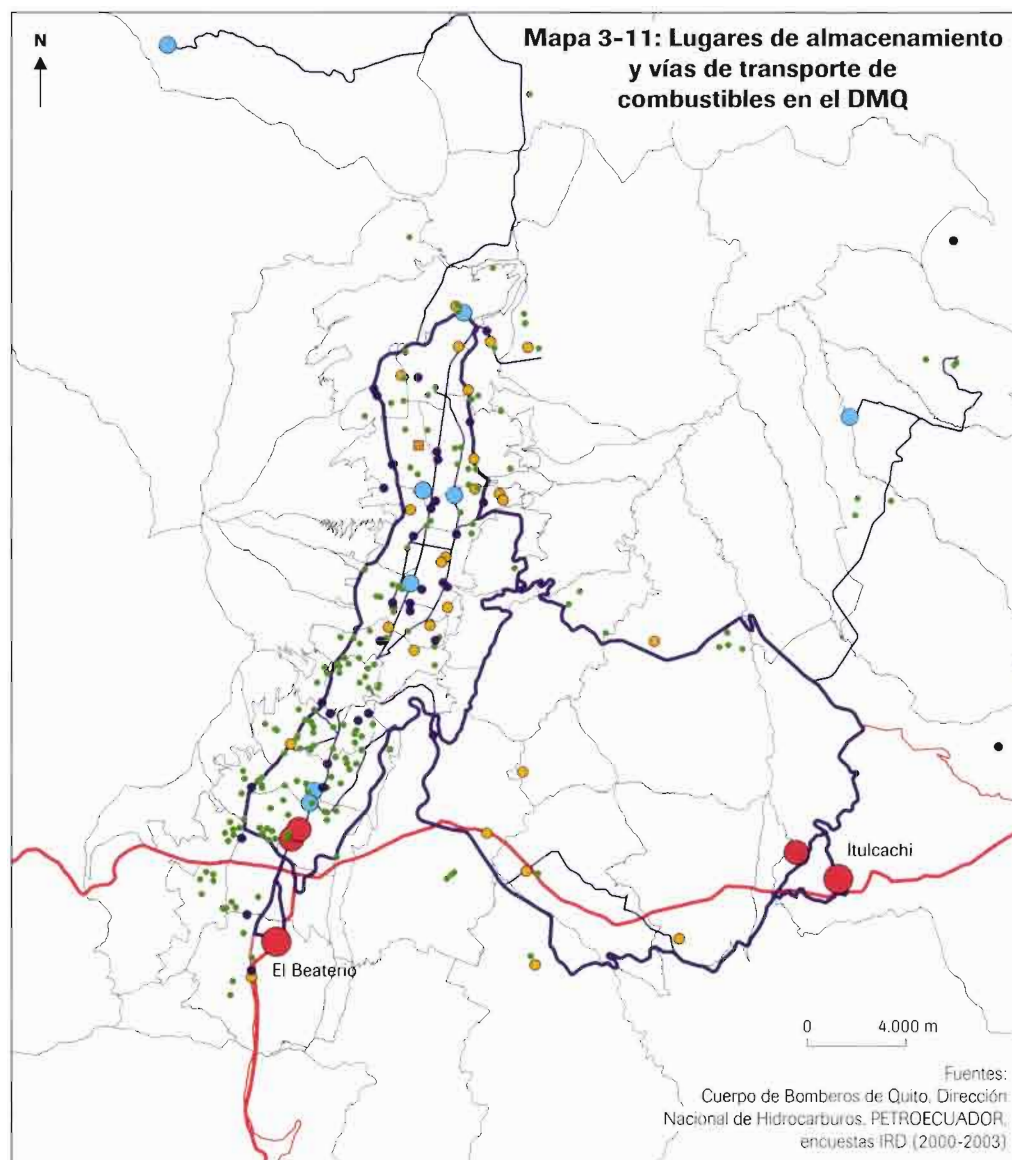
Fuente: Investigación Pierre Peltre (IRD)

Mapa 3-9
Inundaciones en Quito por insuficiente capacidad de los colectores



Fuente: EMAAP-Q (2000)


Mapa 3-10 : Aluviones en Quito
(eventos 1900-1988)
N
Número de eventos registrados
0
1
2
3
0
1.000 m
Fuente:
Investigación P. Peltre (IRD)



Mapa 3-11: Lugares de almacenamiento y vías de transporte de combustibles en el DMQ

Centros principales de almacenamiento

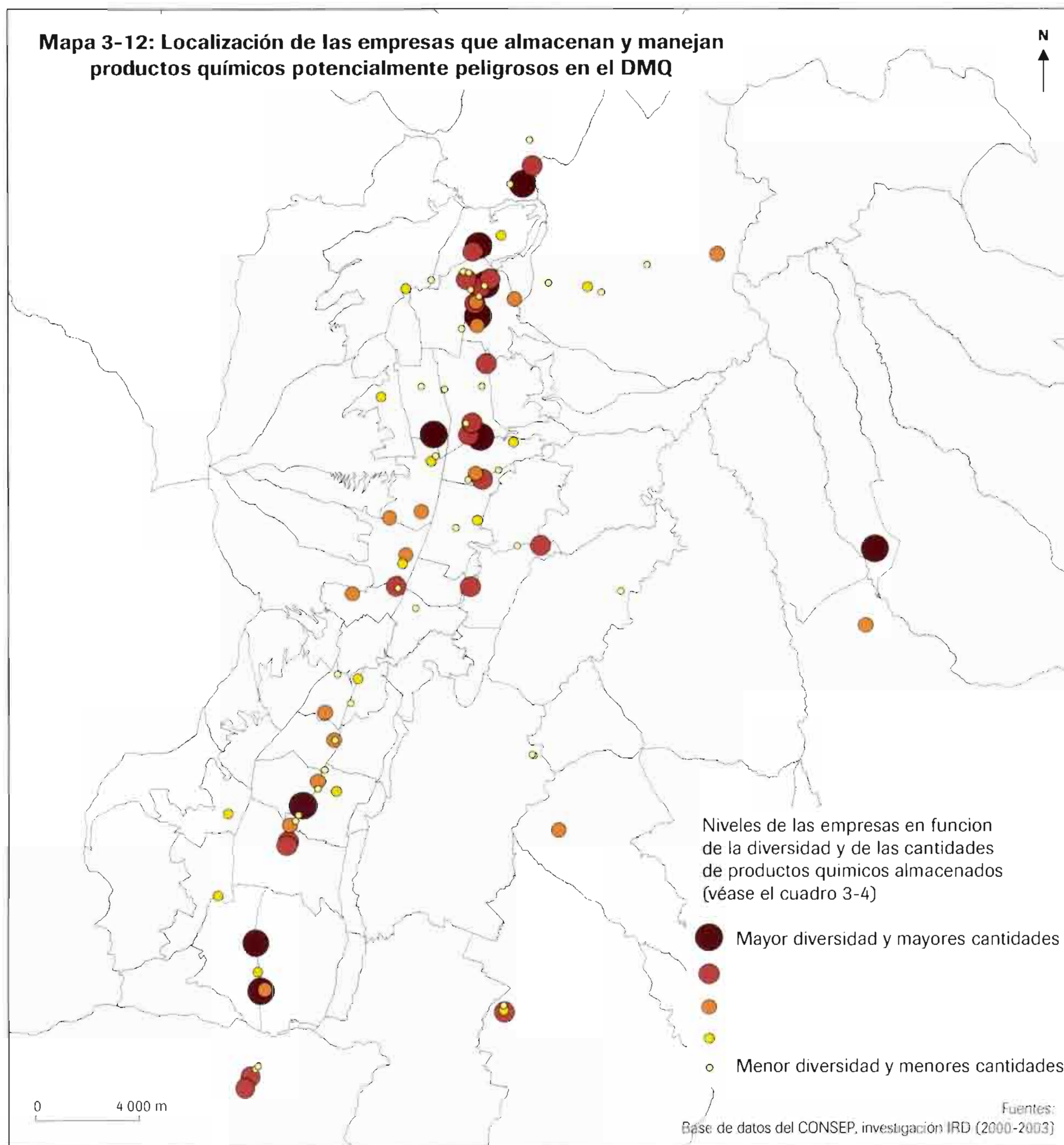
- Plantas mixtas de almacenamiento
- Centros de acopio de gas
- Estaciones centralizadas (gas)
- Lugares de expendio de cilindros de gas
- Gasolineras (más de 3 surtidores)
- Tanques aeropuerto

Vías de abastecimiento

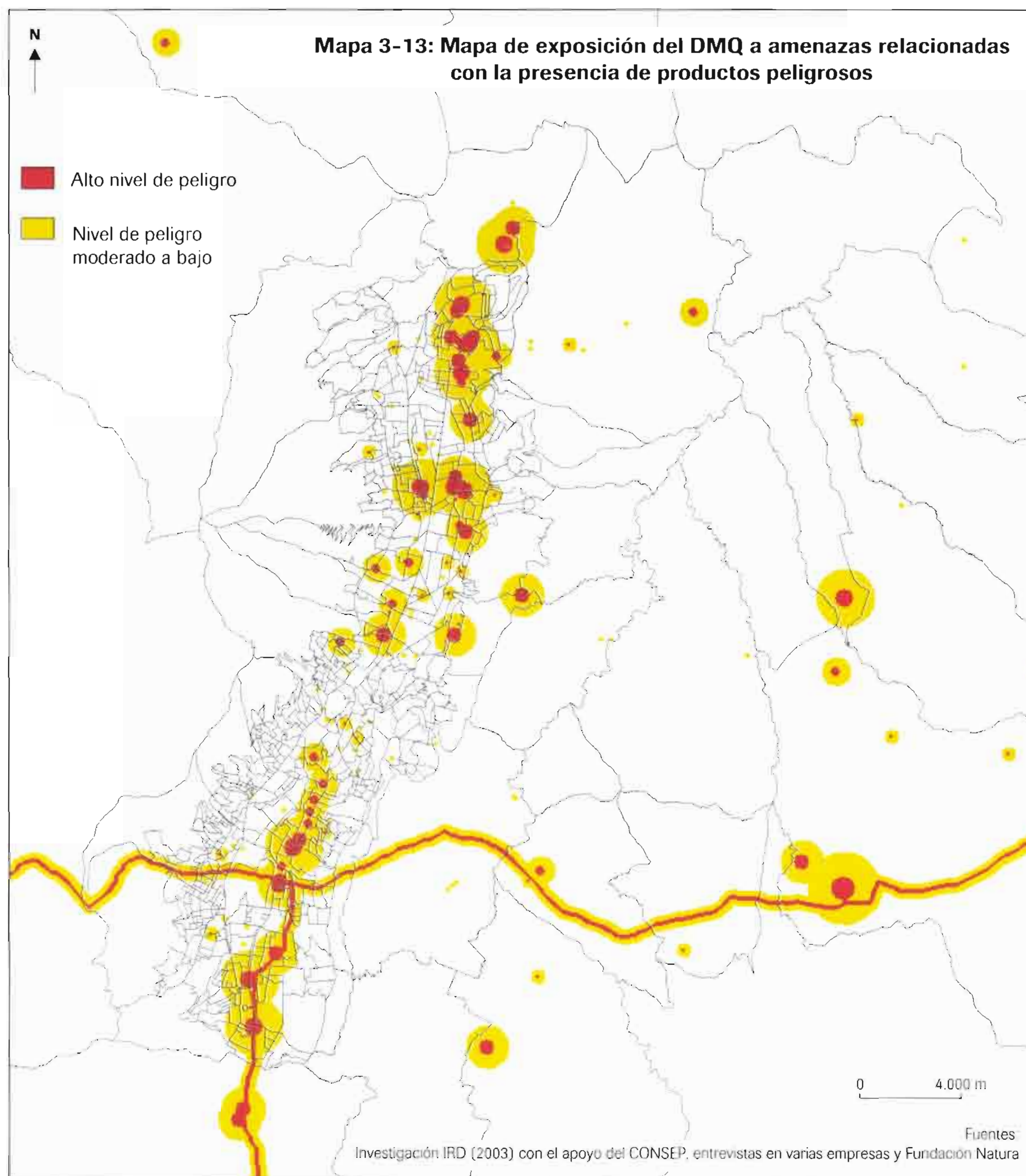
- Principales (oleoducto y poliducto)
- Secundarias (carreteras)

Vías de distribución

- Principales
- Secundarias



Mapa 3-12: Localización de las empresas que almacenan y manejan productos químicos potencialmente peligrosos en el DMQ
N
Niveles de las empresas en funcion de la diversidad y de las cantidades de productos quimicos almacenados (véase el cuadro 3-4)
Mayor diversidad y mayores cantidades
Menor diversidad y menores cantidades
0
4 000 m
Fuentes:
Base de datos del CONSEP, investigación IRD (2000-2003)



N
Mapa 3-13: Mapa de exposición del DMQ a amenazas relacionadas con la presencia de productos peligrosos
Alto nivel de peligro
Nivel de peligro moderado a bajo
0
4.000 m
Fuentes:
Investigación IRD (2003) con el apoyo del CONSEP, entrevistas en varias empresas y Fundación Natura

Mapa 3-14: Mapa sintético de exposición del DMQ a amenazas de origen natural y antrópico (alto nivel de peligro)



Número de tipos de amenaza por malla

0 (o sin información)
1
2
3
4
5

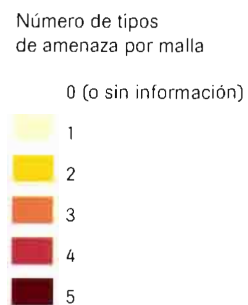
0 6 000 m

Fuente. Investigación IRD (2000-2003)

N

0 2.000 m

Mapa 3-15: Mapa sintético de exposición de Quito a amenazas de origen natural y antrópico (alto nivel de peligro)



Fuente:
Investigación IRD (2000-2003)

Mapa 3-16: Mapa sintético de exposición del DMQ a amenazas de origen natural y antrópico (nivel de peligro alto y moderado)



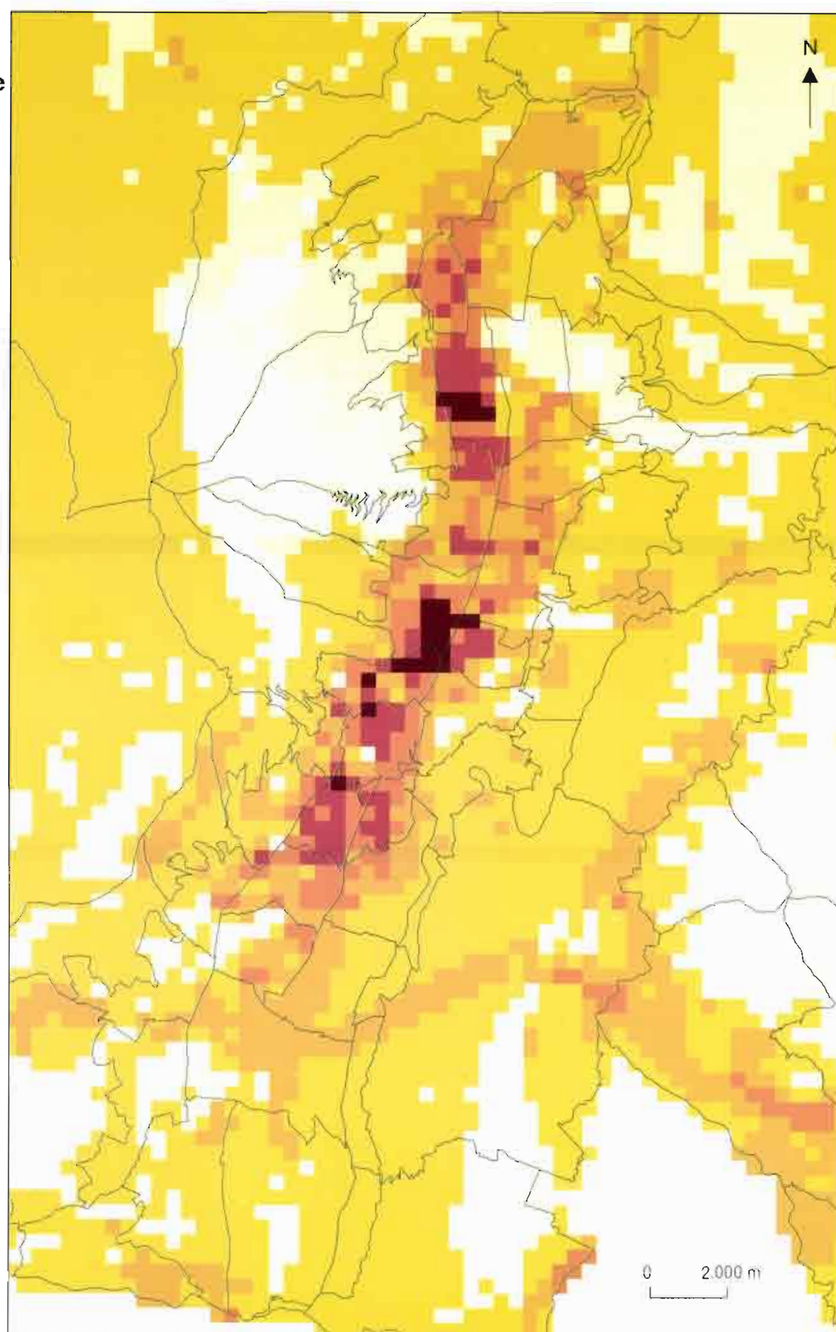
Número de tipos de amenaza por malla

0 (o sin información)
1
2
3
4
5
6

0 6.000 m

Fuente Investigación IRD (2000-2003)

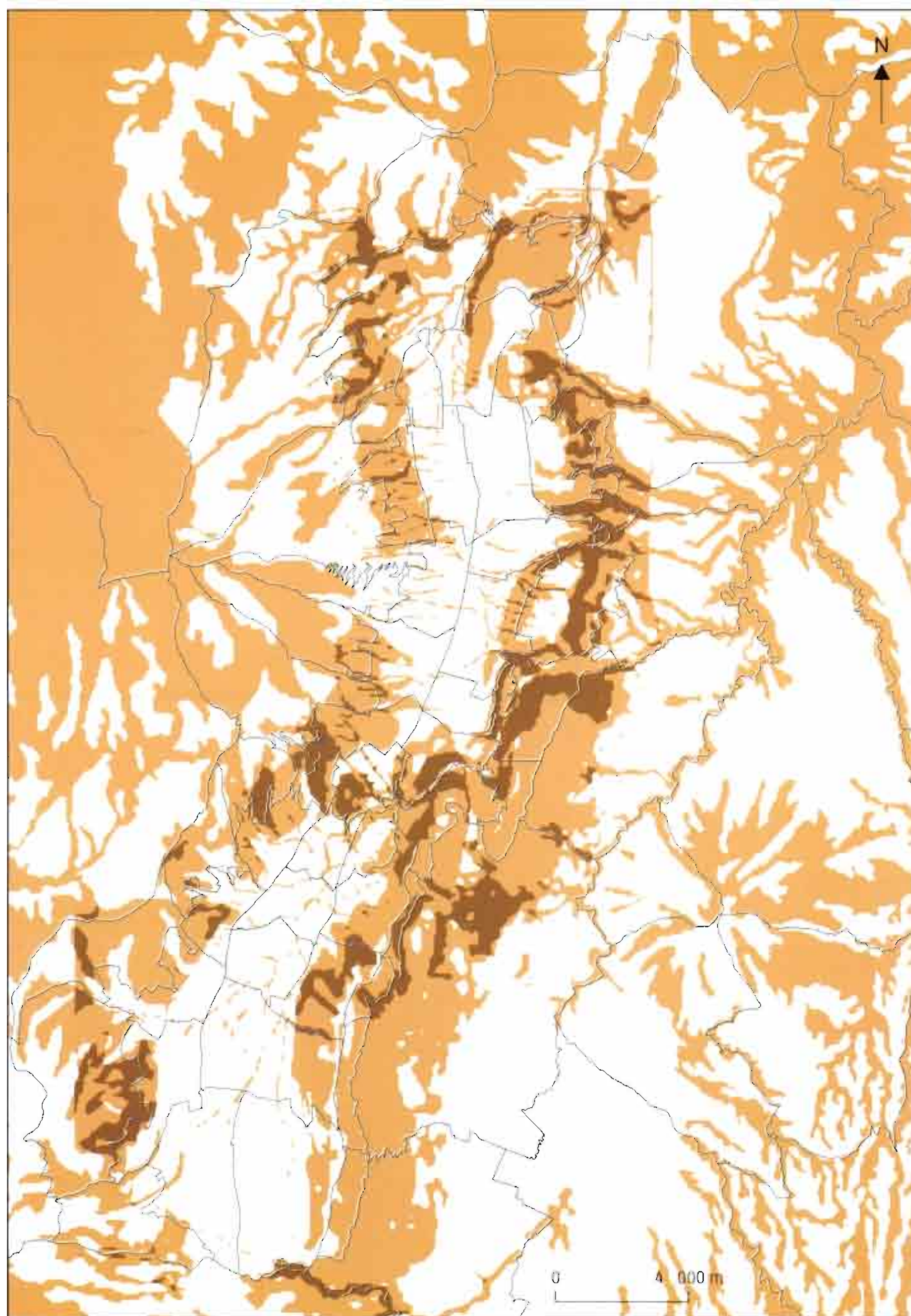
Mapa 3-17: Mapa sintético de exposición de Quito a amenazas de origen natural y antrópico (nivel de peligro alto y moderado)



Numero de tipos de amenaza por malla

- 0 (o sin ifnormación)
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Fuente.
Investigación IRD (2000-2003)

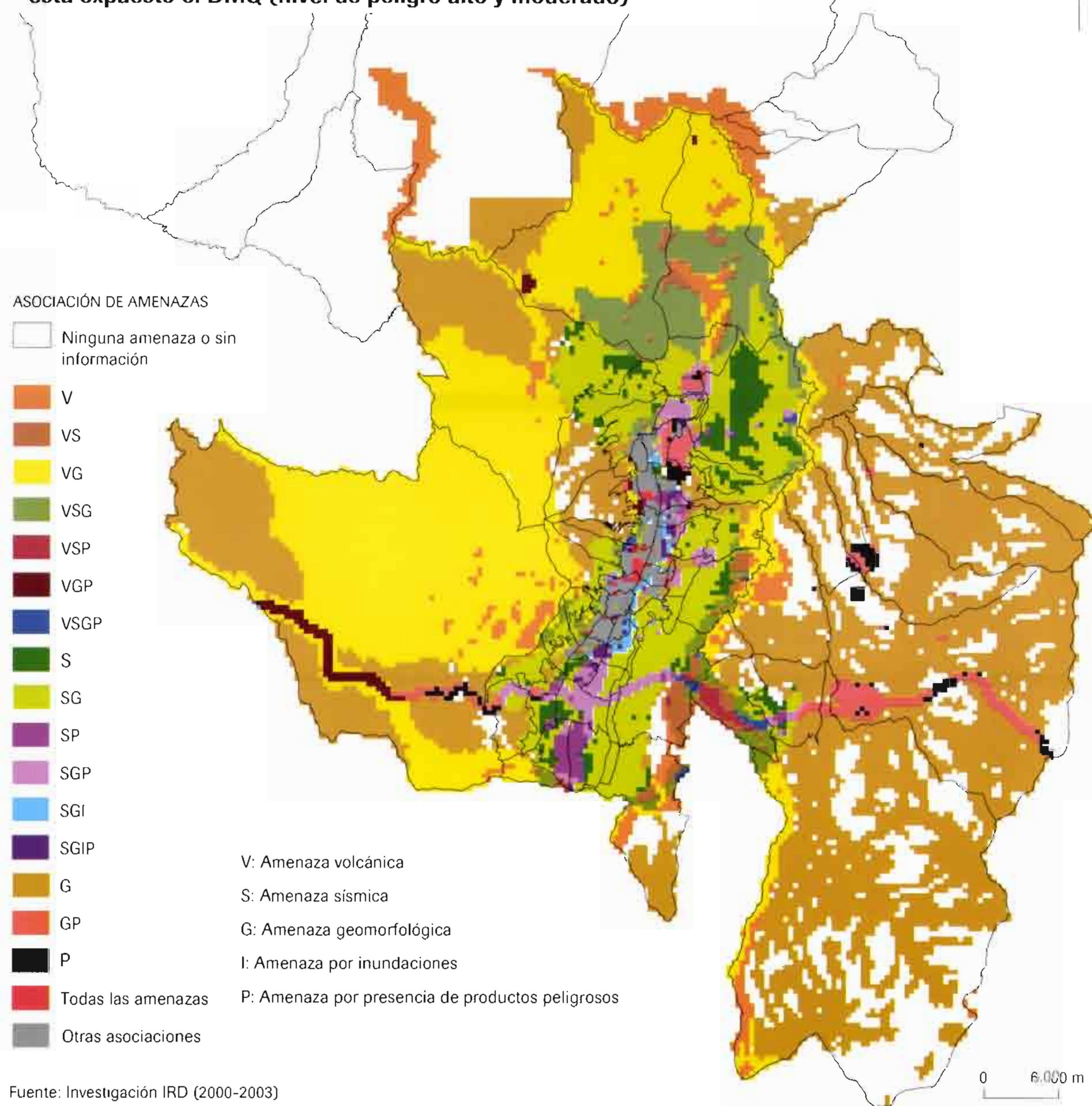


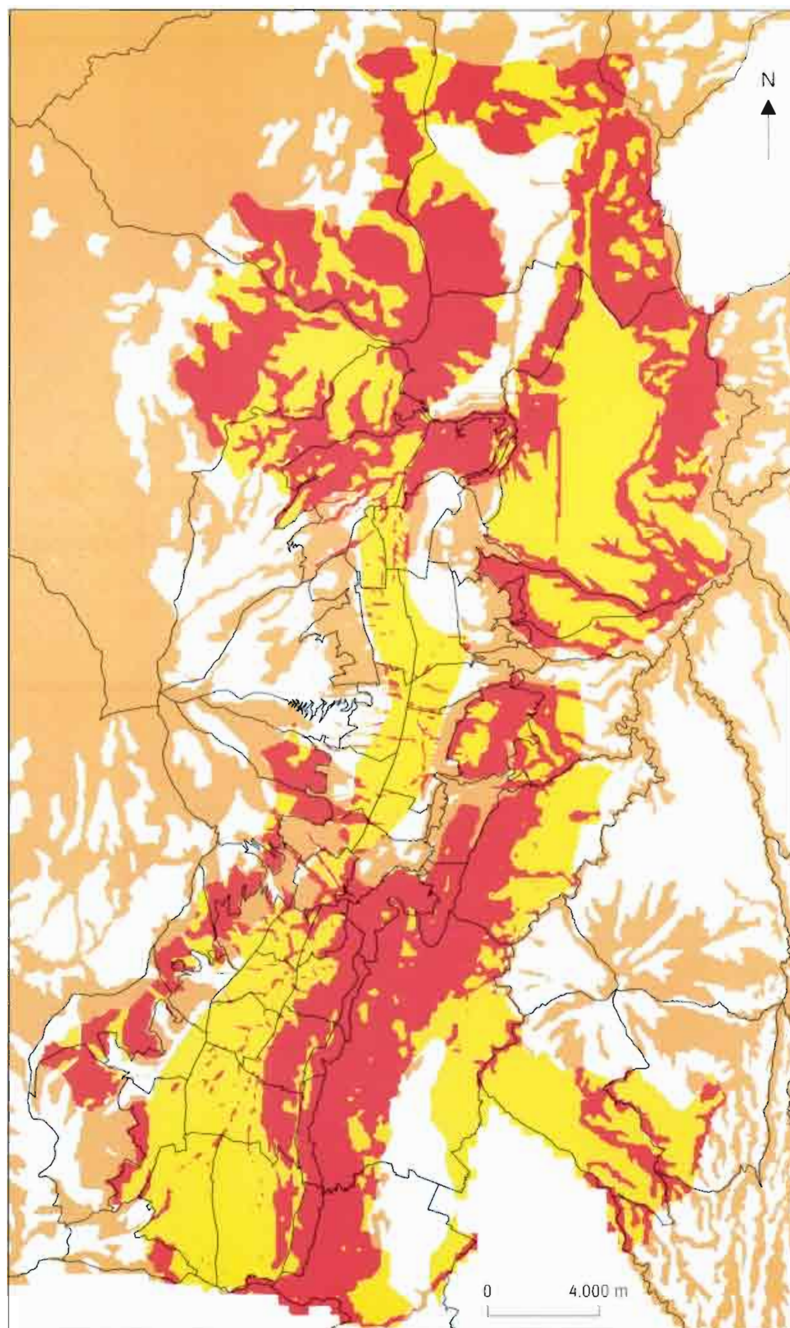
Mapa 3-18
Mapa sintético de exposición de Quito a las amenazas geomorfológicas

Alto nivel de peligro

Nivel moderado de peligro

Mapa realizado a partir de los resultados de las investigaciones de Pierre Peltre (IRD) sobre los derrumbes y hundimientos en Quito (1900-1988), del mapa de susceptibilidad a los deslizamientos en el área urbana de Quito (EPN, 1994) y del mapa de la estabilidad geomorfológica del área metropolitana de Quito (AIQ, 1992).

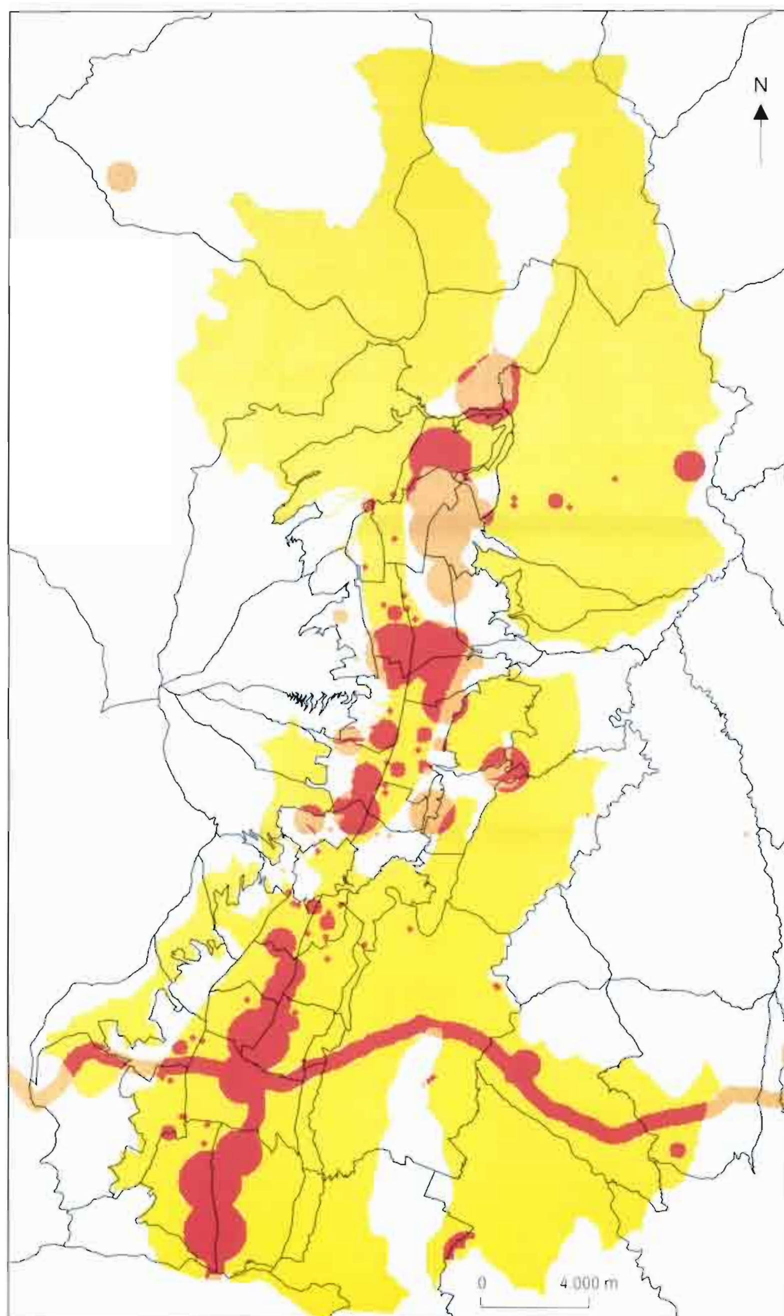

Mapa 3-19: Principales asociaciones de amenazas a las que está expuesto el DMQ (nivel de peligro alto y moderado)
N
ASOCIACIÓN DE AMENAZAS
Ninguna amenaza o sin información
V
VS
VG
VSG
VSP
VGP
VSGP
S
SG
SP
SGP
SGI
SGIP
G
GP
P
Todas las amenazas
Otras asociaciones
V: Amenaza volcánica
S: Amenaza sísmica
G: Amenaza geomorfológica
I: Amenaza por inundaciones
P: Amenaza por presencia de productos peligrosos
0
6.000 m
Fuente: Investigación IRD (2000-2003)



Mapa 3-20
Asociación amenaza sísmica-amenaza geomorfológica (nivel de peligro alto y moderado)

- Espacios expuestos a la amenaza sísmica y la amenaza geomorfológica
- Espacios expuestos a la amenaza geomorfológica
- Espacios expuestos a la amenaza sísmica
- Espacios no o poco expuestos a la amenaza sísmica o a la amenaza geomorfológica

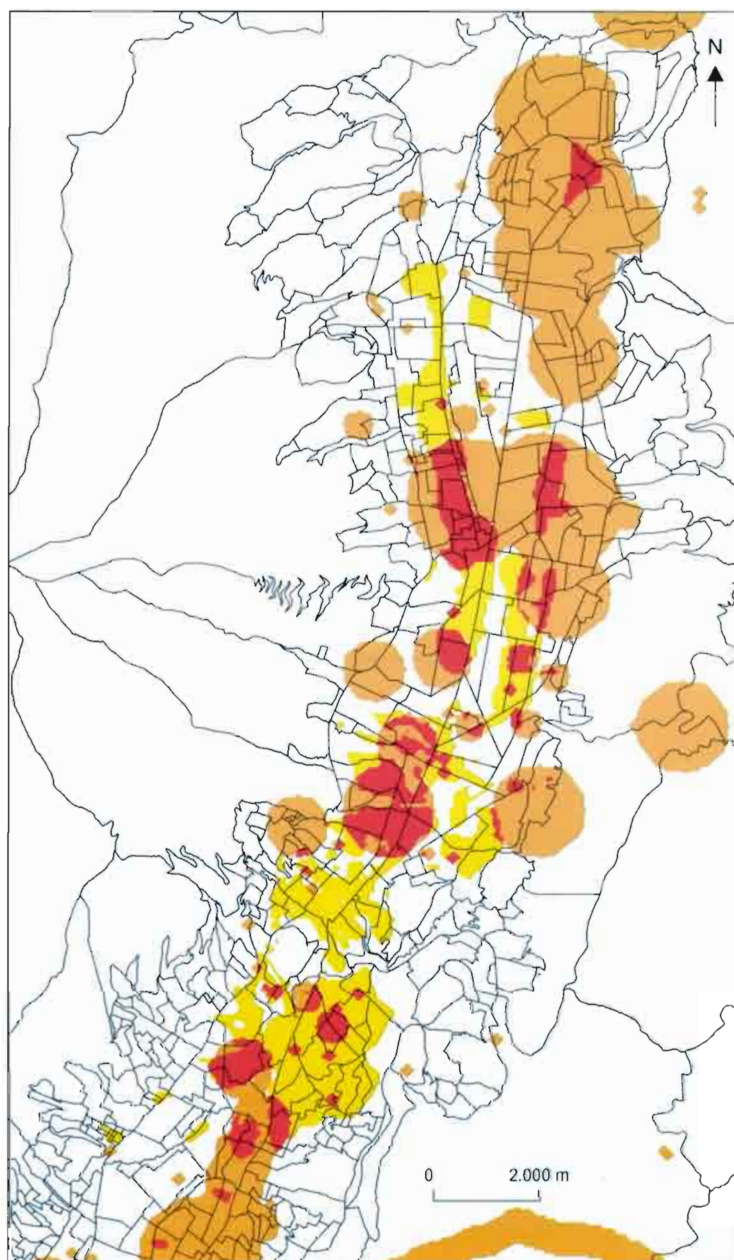
Fuente: Investigación IRD (2000-2003)



Mapa 3-21
Asociación amenaza sísmica-amenaza ligada a la presencia de productos peligrosos (nivel de peligro alto y moderado)

- Espacios expuestos a la amenaza sísmica y a la amenaza ligada a la presencia de productos peligrosos
- Espacios expuestos a la amenaza ligada a la presencia de productos peligrosos
- Espacios expuestos a la amenaza sísmica
- Espacios poco o nada expuestos a la amenaza sísmica o a la amenaza ligada a la presencia de productos peligrosos

Fuente: Investigación IRD (2000-2003)



Mapa 3-22
Asociación amenaza de inundación-amenaza ligada a la presencia de productos peligrosos (nivel de peligro alto y moderado)

- Espacios expuestos a la amenaza de inundación y a la ligada a la presencia de productos peligrosos
- Espacios expuestos a la amenaza ligada a la presencia de productos peligrosos
- Espacios expuestos a la amenaza de inundación
- Espacios no o poco expuestos a la amenaza de inundación o a la ligada a la presencia de productos peligrosos

Fuente. Investigación IRD (2000-2003)

CAPÍTULO 4
Vulnerabilidad espacial y bases espaciales de la vulnerabilidad territorial

El capítulo 1 de este libro permitió analizar la distribución geográfica de lo que constituye el fundamento de la vulnerabilidad territorial del DMQ o, en otros términos, los elementos esenciales de su funcionamiento. Por su parte, los capítulos 2 y 3 proporcionan elementos de conocimiento de la vulnerabilidad espacial evidenciando espacios frágiles al interior del territorio debido a sus condiciones de accesibilidad y a su exposición a las amenazas respectivamente. Apoyándose en esas informaciones, este capítulo se propone primeramente realizar una síntesis cartográfica de la vulnerabilidad espacial del DMQ calificando sus espacios en función de la combinación «exposición a las amenazas y accesibilidad». En una segunda fase, cruzando la calificación de los espacios en términos de vulnerabilidad espacial con la localización de los elementos esenciales de funcionamiento, se obtiene una lectura de las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial.

1. La vulnerabilidad espacial

Como se subrayó ya en la introducción de este libro, la vulnerabilidad espacial es apreciada en función de datos localizados que expresan un potencial de vulnerabilidad. El objetivo es calificar los espacios del Distrito Metropolitano según criterios que permitan identificar una fragilidad *a priori* de los lugares. Los criterios considerados se refieren a la accesibilidad y

a la exposición a las amenazas. La vulnerabilidad espacial es la resultante de una combinación de esos datos y permite evidenciar, al interior del territorio metropolitano, espacios diferenciados según el tipo de debilidades y un grado de vulnerabilidad, a través de los enfoques cualitativo y cuantitativo presentados a continuación.

La combinación accesibilidad de los espacios/ exposición a las amenazas: enfoque cualitativo

El mapa 4-1 resulta de la combinación de las condiciones de accesibilidad y de la exposición a las amenazas[1]. Habiéndose discretizado cada una de estas variables en 3 clases (véase el cuadro 4-1), la combinación ofrece un potencial de 9 clases.

El resultado cartográfico de esta combinación permite resaltar algunos sectores desfavorecidos a la vez en términos de accesibilidad y de exposición a las amenazas, e identificar zonas más particularmente vulnerables debido a una u otra de las variables.

Un sector al norte del Distrito, ubicado en la parroquia de San Antonio de Pichincha y secundariamente en la de Calacalí, sufre a la vez de problemas

1 Este mapa es el resultado de la combinación del mapa 2-4 («Nivel de accesibilidad en el DMQ») y del mapa 3-16 que considera el número de amenazas correspondiente a los niveles alto y moderado de peligro («Mapa sintético de exposición del DMQ a amenazas de origen natural y antrópico»).

Cuadro 4-1: Métodos de discretización utilizados para la elaboración de los mapas de vulnerabilidad espacial

Accesibilidad			Exposición a las amenazas		
Niveles de accesibilidad del mapa 4-1	Niveles de accesibilidad correspondientes (véase mapa 2-4)	Valor atribuido (véase mapa 4-2)	Niveles de exposición a las amenazas del mapa 4-1	Niveles de exposición a las amenazas correspondientes (véase mapa 3-16)	Valor atribuido (véase mapa 4-2)
Nivel alto	0, 1, 2 y 3	1	Nivel bajo	ausencia de amenazas	1
Nivel mediano	4 y 5	4	Nivel mediano	1 a 2 amenazas	4
Nivel bajo	6	9	Nivel alto	más de 2 amenazas	9

de accesibilidad y de exposición a las amenazas (color rojo en el mapa). El sur del Distrito, los flancos orientales del Pichincha y los espacios intersticiales entre los grandes callejones de circulación (sector del Ilaló y los sectores poco urbanizados comprendidos entre la Panamericana Norte y la Vía Interoceánica) son igualmente frágiles debido a la exposición a las amenazas y a dificultades de acceso, pero en menor medida (color amarillo dominante).

En otras partes se observan dominantes de vulnerabilidad. Se ve en especial que el sector central de Quito y, de manera general, toda la zona urbanizada, se caracterizan por la importancia de las amenazas mientras que, lógicamente, no presentan, o poco, dificultades de acceso (color azul oscuro dominante). El norte del Distrito en cambio es claramente afectado por problemas de accesibilidad, mientras los problemas de exposición a las amenazas son relativamente menores[2] (color verde dominante). Por su parte, el lado oeste del Distrito, aunque también su parte más oriental, se caracterizan por una vulnerabilidad debida sobre todo a la accesibilidad aunque con un nivel de exposición a las amenazas más bien elevado (color naranja dominante).

Ciertos espacios presentan una baja vulnerabilidad en los dos campos (en celeste). Se sitúan mayoritariamente al este de la parte urbanizada del Distrito (desde la parroquia de Tumbaco a la de El Quinche, principalmente). Esto significa que, según los conocimientos actuales en materia de amenazas y la situación actual de la accesibilidad, no presentan fragilidad *a priori* por esos factores. Pueden por tanto ofrecer un buen potencial de desarrollo.

La combinación accesibilidad de los espacios/ exposición a las amenazas: enfoque cuantitativo

Mientras el mapa 4-1 presenta una visión ante todo cualitativa de la vulnerabilidad espacial del DMQ, el mapa 4-2 ofrece una lectura cuantitativa, complementaria a la anterior[3], que permite jerarquizar los espacios en función de su vulnerabilidad espacial. Este segundo mapa fue elaborado con base en la suma de los valores atribuidos a las variables «accesibilidad» y «exposición a las amenazas»[4].

Se encuentra así el sector ubicado en la parroquia de San Antonio de Pichincha que presenta la mayor vulnerabilidad espacial. Vienen luego, por un lado, la parte oeste del Distrito (Lloa y Mindo) y, por otro,

2 Al menos teniendo en cuenta el estado actual de los conocimientos de las amenazas en ese sector.

3 La lectura simultánea de ambos mapas es necesaria para apreciar correctamente la vulnerabilidad espacial del DMQ.

4 Siguiendo una progresión según el método de los cuadrados, se atribuyó el valor 1 a las bajas vulnerabilidades en materia de accesibilidad y de exposición a las amenazas, 4 a las vulnerabilidades medianas y 9 a las elevadas vulnerabilidades (véase el cuadro 4-1). La suma de los valores es de máximo 18 y mínimo 2.

las parroquias de Calacalí y el sector situado totalmente al este de las parroquias de El Quinche, Checa y Yaruquí así como, en un espacio menor, Pifo. Una gran parte de la ciudad de Quito, al igual que el norte del Distrito presentan un grado de vulnerabilidad ligeramente más bajo. La menor vulnerabilidad espacial, en el estado actual de los conocimientos, corresponde a pequeños espacios ubicados en las parroquias orientales del Distrito, en especial en las zonas de desarrollo de los valles.

2. Una primera lectura de la vulnerabilidad territorial integrando los elementos esenciales del funcionamiento del DMQ

El análisis de la vulnerabilidad espacial del DMQ permitió poner en evidencia espacios capaces de transmitir su vulnerabilidad al conjunto del Distrito. En esta fase de la reflexión no se trata sino de una vulnerabilidad *a priori*. Se sabe solamente que los espacios sensibles identificados están en capacidad de fragilizar asentamientos humanos existentes y futuros. Para tornarse operante, esta vulnerabilidad espacial debe ser concomitante con la existencia de elementos esenciales de funcionamiento del Distrito. Si algunos de estos se encuentran en contextos espaciales críticos, debido a su exposición a las amenazas o a su accesibilidad, se pueden entonces delimitar nuevos espacios realmente portadores de vulnerabilidad para todo el Distrito. Es posible considerar que mientras mayor es la concentración de los elementos esenciales en zonas geográficas *a priori* frágiles, mayor es la probabilidad de que la vulnerabilidad territorial sea elevada. Así, se puede proceder a una primera lectura de las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial del DMQ, basada únicamente en la articulación espacial de criterios simples.

La combinación espacial de la vulnerabilidad producto de la accesibilidad, de la exposición a las amenazas y de la distribución de los elementos esenciales proporciona una lectura cualitativa de lugares que generan la vulnerabilidad territorial del DMQ. De tal forma, se pueden determinar los espacios que acumulan los tres componentes así como aquellos que presentan las diferentes combinaciones en que se basa la vulnerabilidad territorial. El mapa 4-3 presenta tales espacios distinguiendo en primera instancia aquellos donde se ubican elementos esenciales y los que no contienen ninguno. Aparecen luego dominantes de vulnerabilidad según el peso de las variables «accesibilidad», «amenazas» y «concentración de elementos esenciales» (cuadro 4-2)[5].

[5] Como en el caso del mapa 4-1, existen 3 clases de accesibilidad y 3 clases de exposición a las amenazas. Los elementos esenciales fueron divididos igualmente en 3 clases según su grado de concentración (ninguno, uno o dos, más de dos). Las dominantes de vulnerabilidad expresadas en el mapa corresponden a las mallas caracterizadas por las dos clases más portadoras de vulnerabilidad de cada variable. Así, la dominante «amenazas» significa que la malla y por ende el espacio correspondiente no presenta ningún elemento esencial, no experimenta problemas mayores

Cuadro 4-2: Clasificación de las variables que contribuyen a la vulnerabilidad de los espacios (vulnerabilidad creciente)

Variable	Clases	Características
Calidad de la accesibilidad	1	buena o relativamente buena (niveles 0, 1, 2 y 3 del mapa de accesibilidad)
	2	medianamente deficiente (niveles 4 y 5 del mapa de accesibilidad)
	3	deficiente a muy deficiente (nivel 6 del mapa de accesibilidad)
Exposición a las amenazas	1	ninguna amenaza identificada
	2	1 a 2 amenazas
	3	más de 2 amenazas
Concentración de los elementos esenciales	1	ningún elemento esencial
	2	1 a 2 elementos esenciales
	3	más de 2 elementos esenciales

Los espacios en que se basa la vulnerabilidad territorial del DMQ son los que, a la vez, contienen elementos esenciales de funcionamiento y se ubican en un contexto de vulnerabilidad espacial (problemas vinculados a la accesibilidad y a las amenazas). Aparte de los que comprenden elementos esenciales pero que, en el estado actual de los conocimientos, no están sometidos ni a problemas de accesibilidad ni a amenazas (color amarillo), todos los espacios que contienen elementos esenciales pueden transmitir su vulnerabilidad al conjunto del territorio en la medida en que se vean afectados ya sea por amenazas, por dificultades de acceso, o por ambos. Se observará que la combinación «elementos esenciales/amenazas» (color naranja) predomina ampliamente (76% de las mallas que contienen al menos

de accesibilidad, pero en cambio está sometido al menos a una amenaza. Otro ejemplo con la dominante «elementos esenciales/accesibilidad/amenazas»: el espacio correspondiente contiene al menos un elemento esencial, está sometido al menos a una amenaza y la accesibilidad es problemática (nivel 4, 5 ó 6 del mapa de accesibilidad).

un elemento esencial) y corresponde a una gran parte de la ciudad de Quito y sus prolongaciones orientales hacia Calderón, Cumbayá/Tumbaco y el valle de Los Chillos.

Esta situación es confirmada por el mapa 4-4 que indica la cantidad de amenazas inventariadas en las mallas que comprenden elementos esenciales de funcionamiento. La combinación «elementos esenciales / accesibilidad» (color violeta) está poco representada y concierne algunos tramos de redes. En cambio, la combinación «elementos esenciales / accesibilidad / amenazas » (color rojo) está bien representada (18% de las mallas que contienen al menos un elemento esencial). Estos espacios, que reúnen todas las condiciones para la transmisión de la vulnerabilidad corresponden esencialmente a líneas de la logística urbana y más particularmente a aquellas que atañen al abastecimiento de energía eléctrica (localizadas en las laderas del Pichincha), al suministro de agua (al este del Distrito) y al oleoducto.

Los espacios que no contienen elementos esenciales son también portadores de vulnerabilidad pero es una vulnerabilidad *a priori* que podría tornarse real si allí se instalaran elementos esenciales. La dominante «amenazas» (color azul) atañe sobre todo a los sectores situados en los valles orientales y a lo largo de los principales corredores de circulación. La dominante «accesibilidad» (color verde claro) aparece sobre todo al norte del Distrito y parcialmente en el sudeste. El resto del DMQ, y más particularmente el oeste, combina problemas de amenazas y de accesibilidad (color verde oscuro). Los espacios sin dominante particular y por ende sin vulnerabilidad marcada (color gris) son pocos y aparecen sobre todo al este del Distrito. Como se señaló anteriormente, son espacios de desarrollo potencial que ofrecen buenas condiciones en términos de accesibilidad y de amenazas pero para confirmar el diagnóstico son necesarios análisis más detallados en materia de amenazas.

El mapa 4-5 permite ir más lejos que el mapa 4-3 en la localización de los espacios capaces de transmitir su vulnerabilidad al conjunto del territorio metropolitano. Ofrece, en efecto, una selección de espacios: aquellos cuyas dominantes de vulnerabilidad son muy marcados[6]. Se trata pues de los espacios más sensibles, más portadores de vulnerabilidad. Las mallas que contienen elementos esenciales y que presentan las características espaciales de vulnerabilidad más marcadas corresponden a algo menos del 40% de todas las mallas que comprenden elementos esenciales y al 2,7% de todas las mallas que cubren el Distrito. Esto significa que, en esta fase del estudio, menos del 3% del espacio metropolitano se revela como el más capaz de fragilizar al conjunto del territorio. Se trata sobre todo de la parte central de Quito que presenta una fuerte dominante «elementos esen-

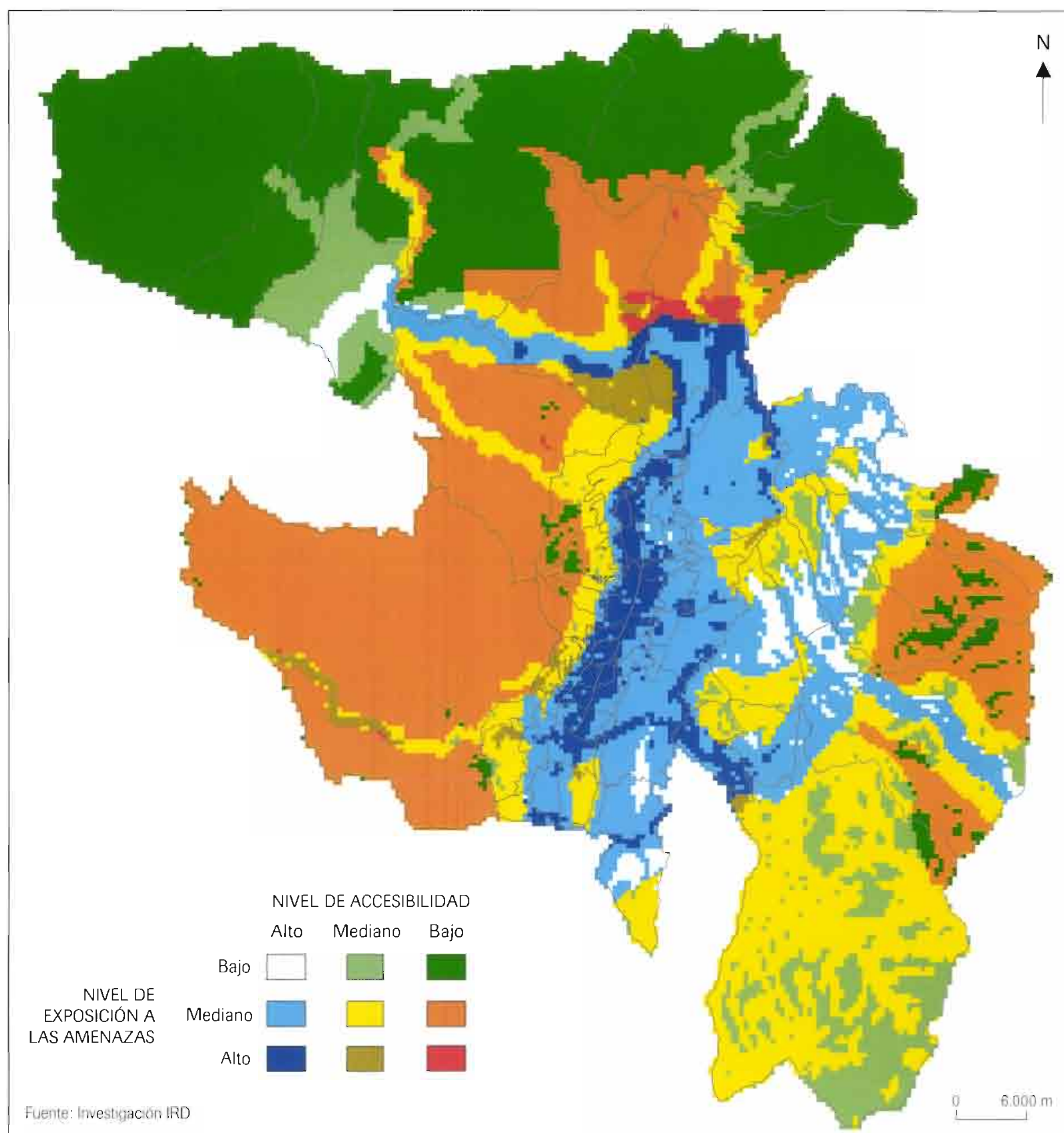
6 Para cada variable (concentración de elementos esenciales, exposición a las amenazas y calidad de la accesibilidad) se consideraron aquellas que se ubican en las clases de vulnerabilidad más elevadas, en este caso las clases 3 (véase el cuadro 4-2).

ciales/amenazas» (color rojo), pero una parte no despreciable del resto de la ciudad así como algunos ejes (en particular aquellos que sigue el oleoducto) son igualmente portadores de vulnerabilidad con una fuerte dominante «amenazas» (color naranja). La fuerte dominante «accesibilidad» (color rosado) concierne también líneas, en especial de abastecimiento de energía eléctrica, al oeste de Quito.

Los demás espacios constituyen fuertes potenciales de vulnerabilidad en la hipótesis de la implantación de futuros elementos esenciales. Son visibles sobre todo las fuertes dominantes «accesibilidad» (en especial al norte y al oeste del Distrito), mientras que las fuertes dominantes «amenazas» o «amenazas/accesibilidad» conciernen principalmente sectores situados al norte de Quito (parroquias de San Antonio de Pichincha y de Calacalí) o, al este, a lo largo de los ríos capaces de transportar lahares en caso de erupción del volcán Cotopaxi.

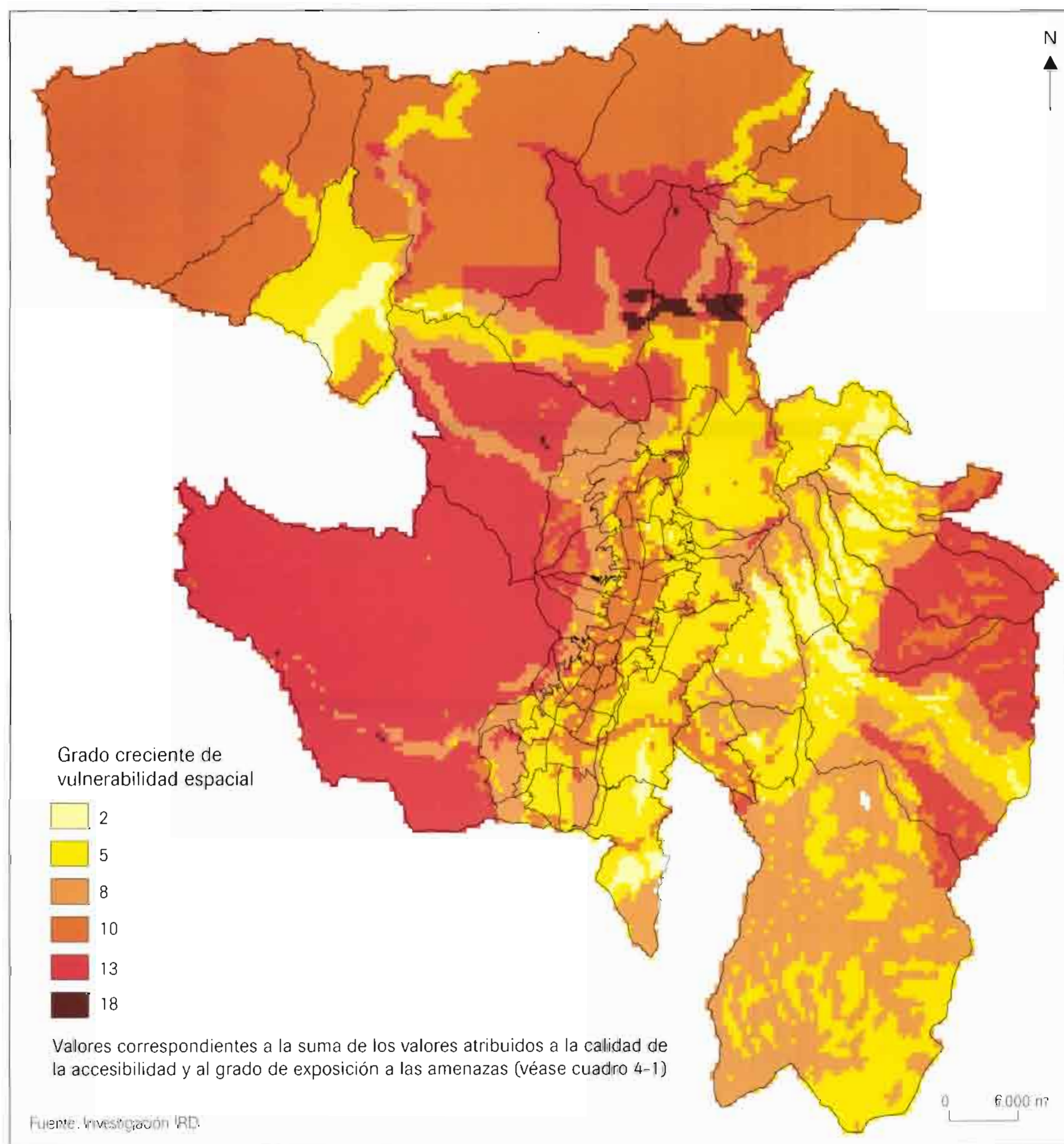
Esta lectura de la vulnerabilidad territorial del DMQ, que pone en evidencia en especial la crítica situación de una parte de la ciudad de Quito, no es sino provisional. Por el momento se refiere únicamente a las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial. Será completada con las informaciones resultantes del análisis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales del DMQ (segunda parte) y del análisis de las políticas y acciones de reducción de la vulnerabilidad (tercera parte).

Mapa 4-1
Vulnerabilidad espacial (amenazas, accesibilidad) del DMQ –Enfoque cualitativo–

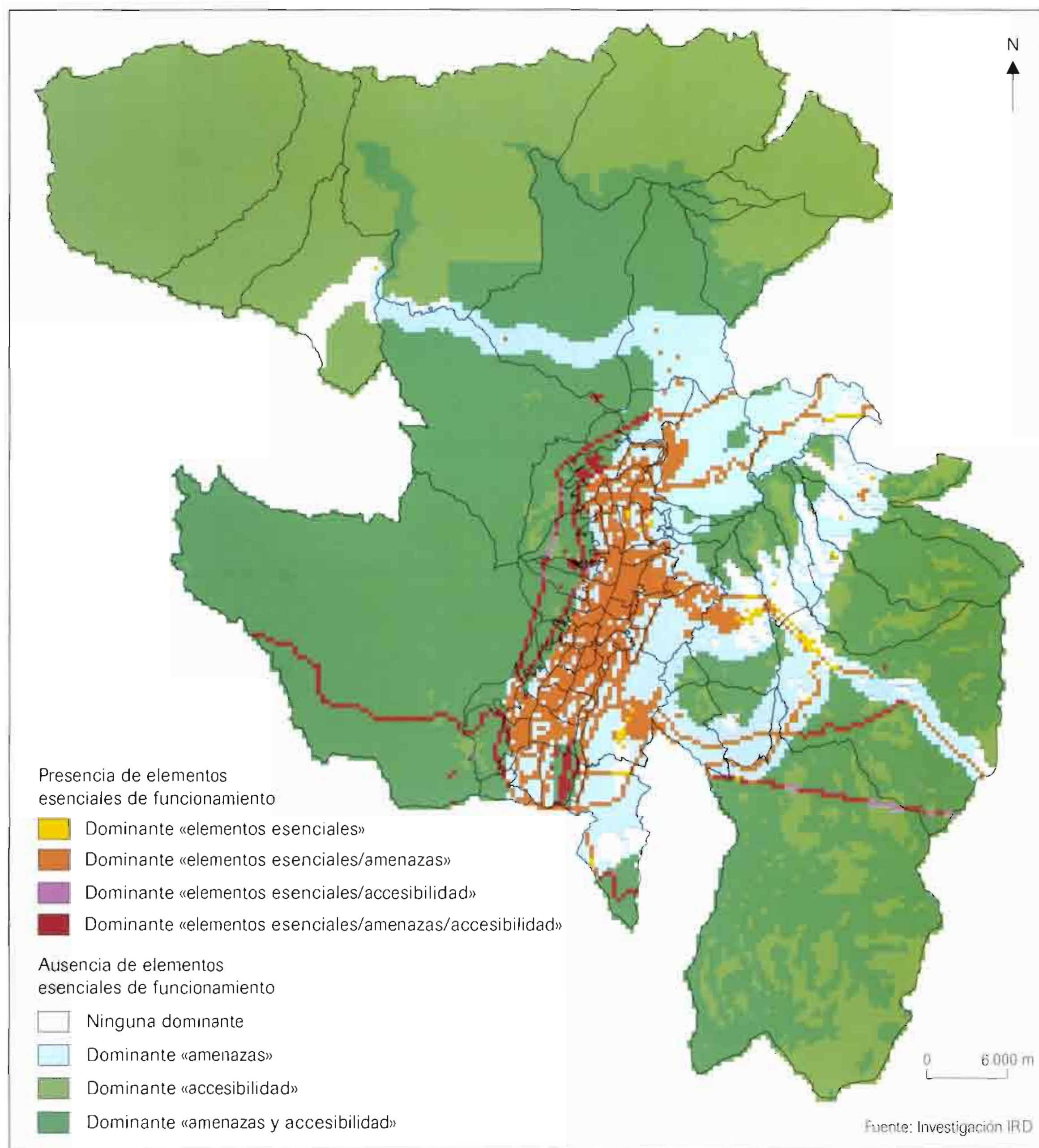


Fuente: Investigación IRD

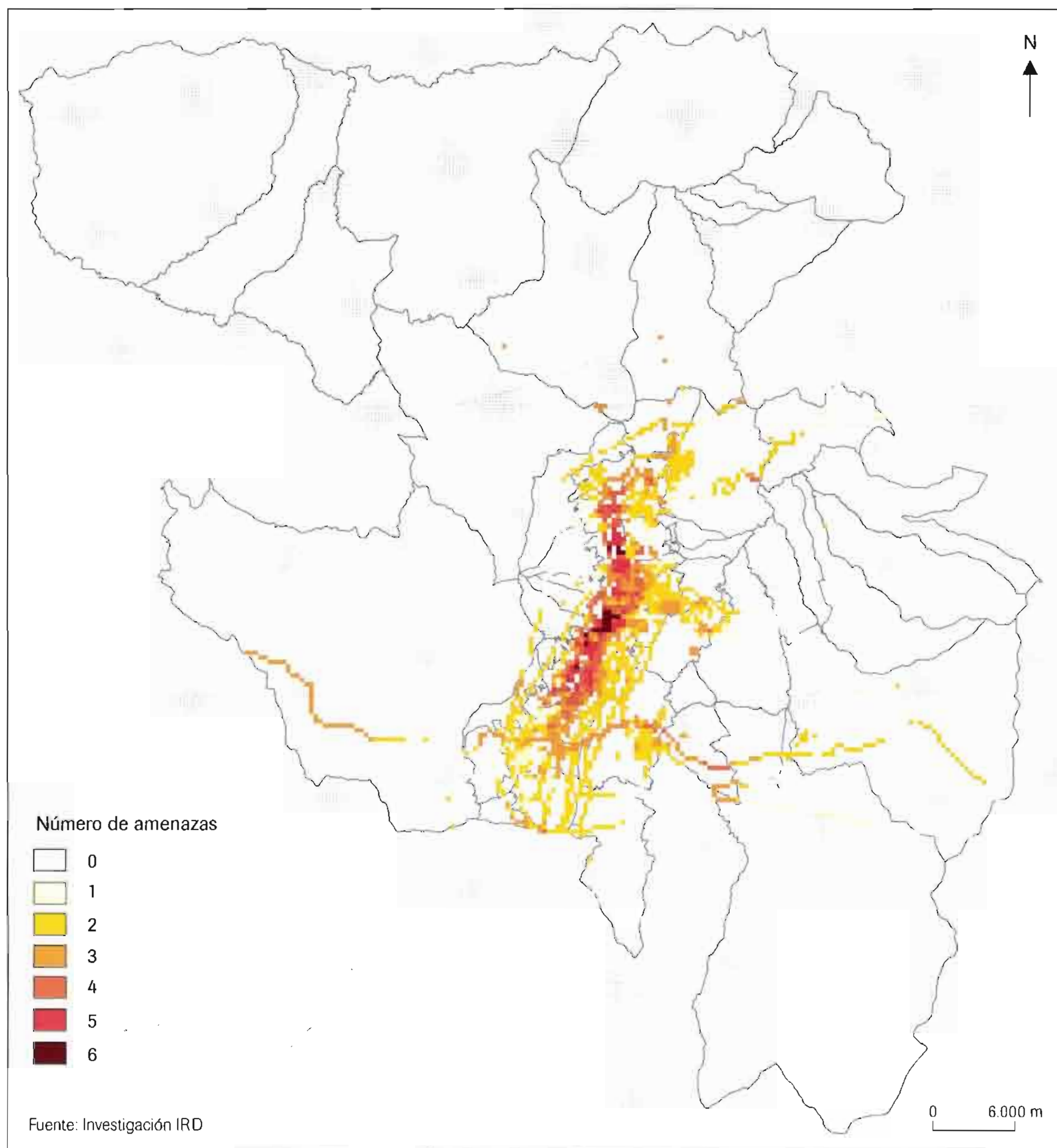
Mapa 4-2
Vulnerabilidad espacial (amenazas, accesibilidad) del DMQ –Enfoque cuantitativo–



Mapa 4-3
Vulnerabilidad espacial (amenazas, accesibilidad) del DMQ y elementos esenciales de funcionamiento



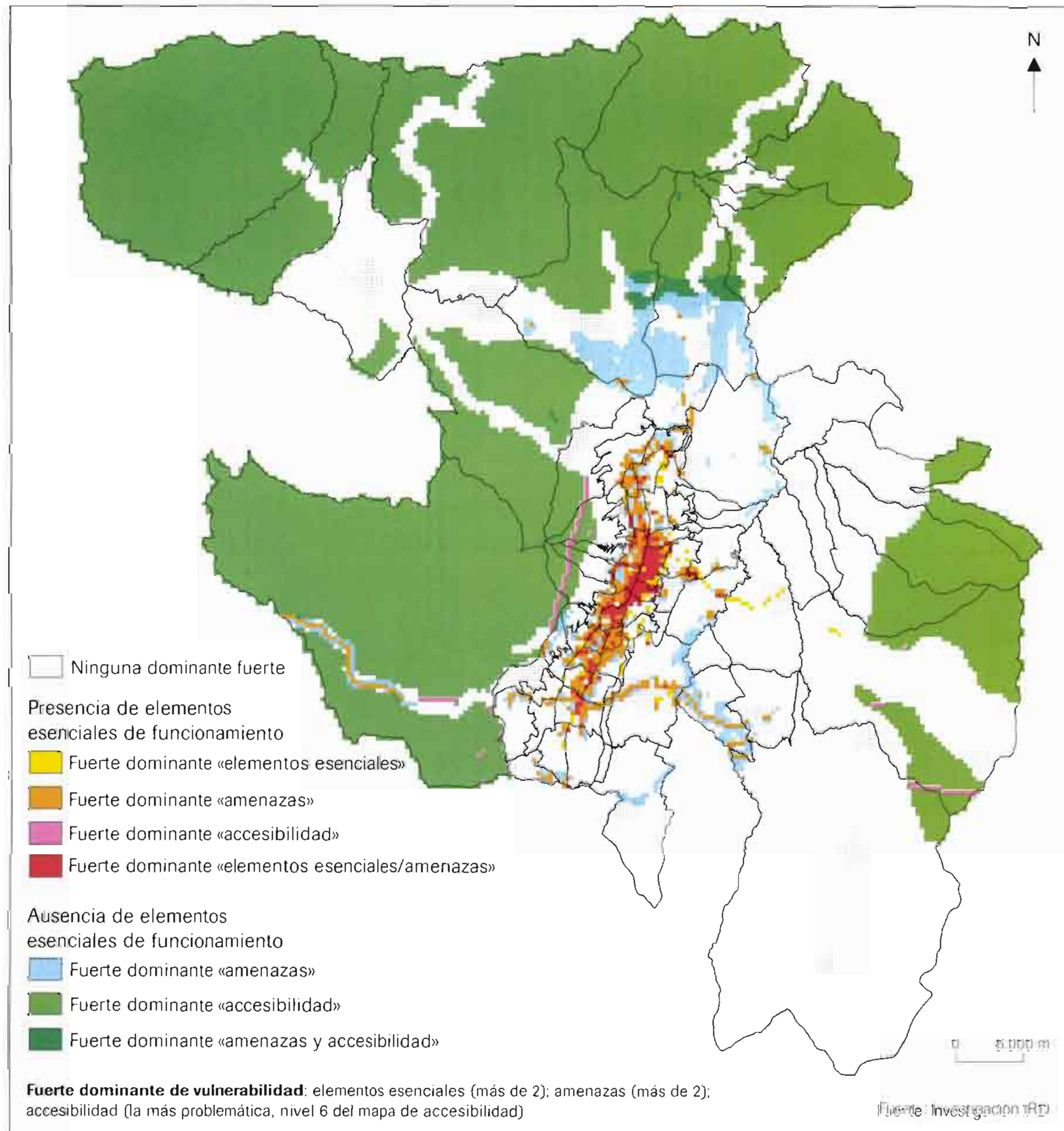
Mapa 4-4
Número de amenazas en las mallas que comprenden elementos esenciales de funcionamiento (configuración peligro alto y moderado)



Mapa 4-5

Vulnerabilidad espacial (amenazas, accesibilidad) del DMQ y elementos esenciales de funcionamiento

Fuertes dominantes de vulnerabilidad



SEGUNDA PARTE

VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES DE FUNCIONAMIENTO DEL DMQ

La capacidad de transmisión de la vulnerabilidad de ciertas porciones del espacio metropolitano al conjunto del territorio es mayor allí donde la vulnerabilidad espacial es elevada, donde son numerosos los elementos esenciales para el funcionamiento del Distrito, pero también donde tales elementos son vulnerables. Por ello, después de los cruces espaciales que permitieron una primera lectura de la vulnerabilidad del DMQ y del contexto de vulnerabilidad espacial de los elementos esenciales, se debe estudiar específicamente la vulnerabilidad de los elementos esenciales en sí.

El análisis de la vulnerabilidad de elementos esenciales de funcionamiento va a proporcionar una segunda lectura de la vulnerabilidad del DMQ. Los tres primeros capítulos están dedicados a las redes: la vulnerabilidad del sistema eléctrico es tratada en el capítulo 5, la del sistema de abastecimiento de agua potable en el capítulo 6 y la de la movilidad en el capítulo 7. Basándose en una encuesta en 333 empresas, en el capítulo 8 se analiza la vulnerabilidad de la economía quiteña y, finalmente, el capítulo 9 examina las diferentes formas de vulnerabilidad de la población del DMQ.

CAPÍTULO 5
La vulnerabilidad del sistema eléctrico del DMQ

1. Un sistema frágil y «fragilizador»

El abastecimiento de energía eléctrica es vital para una ciudad y, al mismo tiempo, las redes eléctricas son en sí extremadamente frágiles, vulnerables, y ello independientemente de toda intervención de un fenómeno exterior, tal como un terremoto o una erupción volcánica. Así, tales redes tornan vulnerable el funcionamiento de las ciudades como lo muestran numerosos ejemplos recientes.

El año 2003 fue particularmente fecundo en grandes apagones que afectaron a muchos países, en especial a algunos de alto nivel de vida. El 3 de febrero toda Argelia se encontró en la oscuridad debido a un daño en la principal central eléctrica. El 29 de agosto una avería de la red de electricidad al Sur de Londres provocó un verdadero caos en los transportes públicos. El 23 de septiembre 4 millones de personas se vieron privadas de energía eléctrica en la región fronteriza entre Suecia y Dinamarca. Una semana más tarde, el 28 de septiembre, en toda Italia se perdió el control del abastecimiento eléctrico durante varias horas. Más espectacular todavía, el 14 de agosto el Noreste de los Estados Unidos y gran parte del Canadá fueron afectados por la falla eléctrica más importante experimentada en América: 50 millones de personas fueron víctimas de ello durante cerca de 30 horas, se decretó el estado de emergencia en varios estados y se paralizaron la mayor parte de actividades.

Si bien 2003 puede ser considerado como uno de los años más reveladores de la vulnerabilidad de los sistemas eléctricos, no constituye una excepción. La historia de los grandes daños eléctricos es larga, pudiéndose citar en especial los que afectaron a los Estados Unidos y a varias de sus grandes ciudades

en 1977, 1996, 2001 y particularmente el 9 de noviembre de 1965 cuando 8 estados de la costa este y 30 millones de personas estuvieron sumidas en la oscuridad durante 14 horas. Muchos otros países y ciudades experimentaron gigantescas averías: Francia (1978 y 1999), Egipto (1990), Grecia (1993), Canadá (1998), Filipinas (1998, 2000), India (2001), etc.

El Ecuador no ha sido la excepción durante estos últimos años, habiendo sufrido también graves problemas ligados al abastecimiento y a la distribución de energía eléctrica. Si bien fueron de menor magnitud que los evocados, perturbaron durante meses el funcionamiento urbano con consecuencias importantes sobre todo en la economía del país. Se pueden señalar los innumerables racionamientos de energía que se produjeron en el periodo 1991-1997 y particularmente en 1995. Esta crisis energética que amenazó con reproducirse en 2001 y 2003 está ligada a la vez a los períodos de estiaje (aproximadamente entre octubre y marzo) que afectan a las centrales hidroeléctricas, en especial a la de Paute, y a los retrasos de los Planes Nacionales de Electrificación desde inicios de los años 1980 (Guerrero, 2001). El 1 de marzo de 2003 una falla en el sistema de transmisión eléctrica que abastece al Sur de Colombia tuvo repercusiones en el Ecuador. Gran parte del sistema eléctrico ecuatoriano colapsó y una importante superficie del país (la Costa especialmente) estuvo privada de energía eléctrica durante algunas horas. En febrero de 2001 la caída de un árbol sobre la línea de alta tensión de la EEQ que bordea al Pichincha originó el desabastecimiento de gran parte de la capital ecuatoriana durante más de dos horas. Más grave aún fue el evento del 25 de junio de 2003 vinculado a la falla de un relé diferencial en la subestación Transelectric Santa Rosa. Durante varias horas no solamente una gran parte del DMQ fue afectada sino también varios sectores de las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi. Otros cortes de energía más o menos prolongados se produjeron con la caída de ceniza del volcán Guagua Pichincha en 1999 y sobre todo de El Reventador en noviembre de 2002, afectando a una gran parte del DMQ, particularmente al Norte y al Sur de Quito y a los valles. Fue necesaria más de una semana para reestablecer todo el sistema de servicio eléctrico.

Todos estos ejemplos ilustran la gran vulnerabilidad de los sistemas eléctricos. Las causas de los daños son múltiples, en ocasiones están ligadas a eventos externos al sistema: sequías (Ecuador), caída de ceniza (Quito), caída de árboles (Quito), sismos (un millón de personas privadas de energía eléctrica en enero de 1995 debido al sismo de Kobé en el Japón), tempestades (Francia, 1999), etc. Sin embargo, muy a menudo, son las propias debilidades del sistema las que los originan o multiplican los efectos de los fenómenos exteriores. Las debilidades que aparecen más frecuentemente al analizar los ejemplos presentados son la antigüedad de las redes y de sus elementos esenciales, su inadecuación a la evolución de la demanda, un mantenimiento deficiente, dependencias demasiado marcadas (caso de países como Italia o el Ecuador donde parte del abastecimiento de energía eléctrica depende de otros

países), carencias humanas e institucionales, ineficacia de políticas nacionales y locales de manejo, etc. Además, las fuentes posibles de disfuncionamiento son numerosas debido, por una parte, a la gran extensión geográfica de las redes eléctricas (Coste, 1988) y, por otra, a la lógica misma de los sistemas que, en el caso del sistema eléctrico, ofrece su más clara expresión: de cada elemento (sobre todo cuando su papel es esencial) depende el funcionamiento de todo el conjunto. Un desperfecto de uno de esos elementos origina a menudo el fenómeno llamado «castillo de naipes» (o el efecto «dominó»). Por ejemplo, una línea de alta tensión que experimenta una sobrecarga, sea cual fuere la razón, se coloca automáticamente fuera de tensión y la energía eléctrica, que no puede ser almacenada, es desviada hacia otras líneas. Esto puede provocar nuevas sobrecargas y por tanto nuevas puestas fuera de tensión y, en fin de cuentas, el colapso de la red, como una pila de piezas de dominó. Es, simplificando, lo que se produjo en 2003 en Italia, en Suecia y Dinamarca, en los Estados Unidos y el Canadá. Redes demasiado conexas[1] que solidarizan todo un espacio son consideradas vulnerables pues tienen un gran potencial de difusión de los desperfectos; en cambio, y es lo que hace falta a muchas redes eléctricas, una importante conectividad, que implica posibilidades de relaciones alternativas, es un medio para reducir la vulnerabilidad (Blancher, 1998).

Pero los efectos no se quedan allí y si un sistema eléctrico es muy frágil, es al mismo tiempo «fragilizador», e incluso agresivo[2], frente a los demás sistemas, comenzando por las otras redes: de carreteras (dependencia de la electricidad de los sistemas de semáforos tricolor, del trolebús), de agua (por ejemplo estaciones de bombeo que inciden en los tanques y pozos en los barrios situados en altura), de telecomunicaciones (necesidad de energía eléctrica para las centrales telefónicas o para el funcionamiento de antenas de transmisión), etc. Los efectos se propagan también a otros elementos esenciales del funcionamiento del sistema urbano (hospitales, establecimientos escolares, empresas, instituciones…) pudiendo acarrear graves problemas de orden económico, social y político.

En Quito (y de manera general en el Ecuador), las debilidades de los sistemas eléctricos son reveladoras de vulnerabilidades latentes, y el aumento y la diversificación de las necesidades de energía eléctrica van probablemente a exacerbar tales debilidades, pudiendo provocar verdaderas catástrofes bajo el efecto de deficiencias propias del sistema de abastecimiento o de fenómenos externos, sean estos de origen natural o antrópico. Estas debilidades, manifiestas o potenciales, justifican el análisis de la vulnerabilidad del sistema eléctrico del DMQ presentado a continuación.

---

[1] La conexidad de una red indica si es posible, a partir de cualquier nodo, alcanzar a los demás. La conectividad, en cambio, permite evaluar las posibilidades alternativas de llegar a los diferentes nodos (Plassard, 1992).

[2] según la expresión de Lucien Coste (1998).

2. Los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ

El análisis de la vulnerabilidad del sistema eléctrico se apoya en la identificación previa de sus elementos esenciales de funcionamiento. Estos presentan diferencias importantes en relación con aquellos identificados y analizados en el primer volumen (D'Ercole y Metzger, 2002). Una subestación (Pomasqui Transelectric) y nuevas líneas de alta tensión —Transelectric 230 kV (Pomasqui/Santa Rosa) y EEQ 138 kV (Pomasqui Transelectric/Pomasqui EEQ)— entraron en funcionamiento en 2003 dando al conjunto del sistema una lógica sensiblemente diferente. En términos de vulnerabilidad, la reciente extensión de la red tiende, como se verá más adelante, a reducir la vulnerabilidad del DMQ en relación con su sistema eléctrico. Además, se realizaron otras modificaciones: una localización precisa de las líneas de alta tensión Transelectric que abastecen a las subestaciones Santa Rosa y La Vicentina y una distinción entre las subestaciones Transelectric y EEQ de Santa Rosa, Pomasqui y La Vicentina.

El mapa 5-1 es por tanto la versión actualizada del mapa 9-5 del primer libro, elaborado siguiendo la misma lógica: la línea Transelectric Colombia/Pomasqui y Pomasqui/Santa Rosa (230 kV), al igual que la subestación Transelectric Pomasqui, se suman a la subestación Transelectric Santa Rosa y la línea Totoras/Santa Rosa (230 kV) en el grupo de elementos de primer nivel. En efecto, con la energía eléctrica traída desde Colombia, la alternativa que constituyen estos elementos de la red frente al papel casi exclusivo que desempeñaba la subestación Santa Rosa les da una importancia mayor en el abastecimiento de energía eléctrica del DMQ.

El mapa 5-2, elaborado a partir de los datos actualizados de la red eléctrica, representa los elementos de mayor importancia del sistema eléctrico del DMQ. Siguiendo la lógica del primer libro, como elementos esenciales del sistema se conservaron los tres primeros niveles de la jerarquía presentada en el mapa 5-1. El radio de acción de los 36 elementos escogidos cubre espacios que corresponden por lo menos a varias parroquias urbanas o suburbanas[3]. Además de los elementos de primer nivel indicados antes, se trata:

- del Anillo Interconectado de Quito (138 kV), del anillo secundario articulado a partir del anterior (46 kV), y de las diferentes subestaciones (seccionamiento y/o distribución) que se ubican en su trazado;
- de las líneas de transmisión Mulaló/La Vicentina, Santo Domingo/Santa Rosa y Pomasqui Transelectric/Pomasqui EEQ;
- de la central de generación de energía Cumbayá.

[3] El nivel 1 corresponde a los elementos que atañen a todo el Distrito, el nivel 2 a sectores extensos de la ciudad y del Distrito (por ejemplo el Norte de Quito, los valles orientales), el nivel 3 a elementos que tienen impacto en varias parroquias urbanas y suburbanas, el nivel 4 a un barrio o una porción de parroquia, y el nivel 5 a una o varias manzanas.

3. Vulnerabilidad intrínseca de los elementos mayores del sistema eléctrico

El análisis de las diferentes formas de vulnerabilidad de los 36 elementos, considerados esenciales para el abastecimiento de energía eléctrica del DMQ, fue realizado en el marco de una colaboración entre investigadores del IRD e ingenieros y técnicos de la EEQ y de Transelectric. Inicialmente se pone énfasis en la vulnerabilidad intrínseca, o, en otros términos, en las debilidades que pudieron observarse en cada elemento y que son capaces de ocasionar disfuncionamientos más o menos graves en el sistema eléctrico y de hecho en el Distrito.

La evaluación de la vulnerabilidad intrínseca se basa en tres criterios:

- las debilidades de los componentes indispensables para el funcionamiento de cada tipo de elemento. Para cada tipo se escoge un conjunto de componentes clave. Es así como en el caso de las subestaciones, por ejemplo, se consideraron los transformadores, los disyuntores, los relés, los seccionadores, los aisladores y las baterías, piezas indispensables para su funcionamiento. Al revelarse esenciales los tres primeros se les atribuyó un peso mayor en el análisis de vulnerabilidad. Se adoptó el mismo procedimiento en el caso de las líneas y la central Cumbayá (véase el cuadro 5-1). En el caso de cada uno de los componentes, los ingenieros y técnicos de las empresas eléctricas emitieron su criterio en cuanto a las deficiencias que presentan o que pueden presentar (situación al primer semestre de 2003), siendo estas de diverso orden: antigüedad del componente y problemas de funcionamiento, riesgos de sobrecarga de una línea o un conector, desestabilización de postes eléctricos instalados en terrenos de fuerte pendiente, componentes instalados recientemente y aún no considerados confiables, etc.;
- la frecuencia de los problemas de todo orden que presentan las subestaciones, las líneas y la central. Las informaciones se basan en la experiencia de los ingenieros y técnicos durante estos últimos años y permiten distinguir los elementos que habitualmente no plantean problemas o muy pocos, aquellos que lo hacen a veces y aquellos que lo hacen con bastante frecuencia;
- la antigüedad del elemento considerado. Pese a que ciertos elementos, aunque antiguos, no causan actualmente problemas particulares, se consideró que la antigüedad constituye también un factor de vulnerabilidad. Más allá de los componentes esenciales de funcionamiento de un elemento dado, que por cierto pueden haber sido reemplazados, muchos otros, por su desgaste o por su antigüedad, son capaces de fragilizar toda la estructura.

Cada uno de estos criterios obtuvo un valor cuya suma permitió establecer 5 niveles de vulnerabilidad intrínseca (véase el cuadro 5-1, que presenta la metodología y los resultados). Los resultados permitieron

Cuadro 5-1 - Vulnerabilidad intrínseca del sistema eléctrico del DMQ (metodología de evaluación)

		Transformador	Disyuntor	Relés	Seccionador	Baterías	Aisladores	Valor vulnerabilidad elementos	Valor experiencia	Valor antigüedad	Valor total	Nivel de vulnerabilidad
Subestaciones Transelectric	Santa Rosa							2	2	2	6	4
	Pomasqui							7	0	0	7	5
	La Vicentina							2	0	2	4	3
Subestaciones EEQ	Santa Rosa							2	1	2	5	4
	La Vicentina							2	1	2	5	4
	Selva Alegre							0	2	1	3	3
	Pomasqui							2	0	0	2	2
	SE 19							2	0	1	3	3
	Norte							0	0	3	3	3
	Eplicachima							2	0	2	4	3
	San Rafael							4	0	2	6	4
	Eugenio Espejo							0	0	0	0	1
	SE 18							0	0	0	0	1
	Sur							0	0	3	3	3

		Torres o postes	Líneas	Conectores	Aisladores	Cable de pararrayos		Valor vulnerabilidad elementos	Valor experiencia	Valor antigüedad	Valor total	Nivel de vulnerabilidad
Líneas Transelectric	Santa Rosa Trans / La Vicentina Trans 138							2	1	2	5	4
	Mulaló / La Vicentina Trans 138							2	1	2	5	4
	Pomasqui Trans / Santa Rosa Trans 230							5	0	0	5	4
	Totoras / Santa Rosa Trans 230							0	0	1	1	2
	Santo Domingo / Santa Rosa Trans 230							1	2	2	5	4
	Colombia / Pomasqui 230							2	0	0	2	2
Líneas EEQ 138 Kv	Santa Rosa EEQ / Eugenio Espejo							0	1	0	1	2
	Eugenio Espejo / Selva Alegre							2	2	1	5	4
	Selva Alegre / SE19							0	2	1	3	3
	SE19 / Pomasqui EEQ							0	0	0	0	1
	Pomasqui / SE18							0	0	0	0	1
	Pomasqui Trans / Pomasqui EEQ							4	2	0	6	4
Líneas EEQ 46 Kv	Norte / La Vicentina EEQ							2	2	3	7	5
	Selva Alegre / Norte							0	2	3	5	4
	Líneas que bordean el aeropuerto							4	1	2	7	5
	Selva Alegre / SE19 Inter							0	1	2	3	3
	Eplicachima / Selva Alegre							2	1	2	5	4
	Sur / La Vicentina EEQ							2	1	2	5	4
	Eplicachima / Sur							2	1	2	5	4
	Santa Rosa EEQ / Eplicachima							3	1	2	6	4
	Santa Rosa EEQ / San Rafael							1	1	2	4	3

		Líneas de captación	Reservorio	Tanque de presión	Tuberías de presión	Turbinas		Valor vulnerabilidad elementos	Valor experiencia	Valor antigüedad	Valor total	Nivel de vulnerabilidad
Central Cumbayá								0	0	4	4	3
		Generador	Cables de transmisión	Transformador								

La vulnerabilidad intrínseca corresponde a la suma de las vulnerabilidades de los componentes indispensables para el funcionamiento de cada elemento esencial del sistema eléctrico, la experiencia de los técnicos en lo que se refiere a los problemas planteados por cada elemento en el pasado y la antigüedad del elemento (fecha de creación).
En gris: los componentes de los diferentes elementos considerados como los más importantes para su funcionamiento (en la valoración de la vulnerabilidad, su peso es doble en relación con los demás componentes). Aparacen en color naranja los componentes donde se destacaron problemas

Experiencia global técnicos

DIAGNÓSTICO	VALOR
Sin problemas	0
Algunos problemas	1
Problemas frecuentes	2

Antigüedad del elemento

AÑO DE CREACIÓN	VALOR
1991 y siguientes	0
1981-1990	1
1971-1980	2
1961-1970	3
1951-1960	4

VALOR TOTAL VULNERABILIDAD INTRÍNSECA	NIVEL DEL VULNERABILIDAD
0	1
1-2	2
3-4	3
5-6	4
7 y más	5

elaborar el mapa de vulnerabilidad intrínseca de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ (mapa 5-3). Hay que puntualizar que estos resultados corresponden a la situación observada durante el primer semestre de 2003, pero esto no se refiere tanto a los dos últimos criterios sino específicamente al primero. En efecto, ciertos problemas identificados a nivel de los componentes pudieron resolverse después de la realización de este estudio, mientras otros han podido aparecer, lo cual justifica una actualización regular de los trabajos como los presentados en este libro.

El mapa y los datos muestran claramente que, por sus características propias, muchos elementos esenciales para el funcionamiento del sistema del Distrito son vulnerables. Es el caso de las subestaciones Transelectric y en especial de las subestaciones Santa Rosa y Pomasqui que garantizan una parte esencial del abastecimiento de energía eléctrica del Distrito. En Santa Rosa uno de los problemas mayores está ligado a los defectos de un relé diferencial que originó el gran apagón del 25 de junio de 2003 y cuyas causas no se conocían cuando se realizó la evaluación en el marco del presente trabajo. La estación Pomasqui, que entró en funcionamiento a inicios de 2003, no operaba al 100% al momento del estudio y se encontraba en período de prueba: se necesita al menos un año de funcionamiento antes de poder asegurar su confiabilidad. Varias otras subestaciones no están a salvo de fallas mayores (subestaciones EEQ Santa Rosa, La Vicentina y San Rafael cuyos disyuntores presentan puntos débiles ligados en especial a su antigüedad). Las líneas eléctricas son globalmente vulnerables, debido ya sea a una confiabilidad aún no probada (línea Pomasqui/Santa Rosa), a potenciales sobrecargas ligadas a configuraciones simples, o, en otros términos, que comportan un solo circuito (líneas Transelectric Santa Rosa/La Vicentina y Mulaló/La Vicentina así como varias líneas 46 kV de la EEQ) o a postes cuya implantación es inestable debido a pendientes muy fuertes (línea Eugenio Espejo/Selva Alegre 138 kV). La antigüedad de conjunto de las instalaciones tiende igualmente a reducir la confiabilidad de ciertos elementos esenciales, lo que es el caso de subestaciones EEQ (Sur y Norte, construidas en 1968), de líneas EEQ (Norte/La Vicentina y Selva Alegre/Norte que datan de 1970) y sobre todo de la central Cumbayá, en funcionamiento desde 1958.

La vulnerabilidad intrínseca de los elementos esenciales del sistema eléctrico muestra claramente que pueden surgir perturbaciones o interrupciones del sistema mismo sin intervención de factores externos. Sin embargo, se evidenciaron otras formas de vulnerabilidad del sistema que constituyen otros tantos riesgos para el funcionamiento del Distrito.

4. Las demás formas de vulnerabilidad del sistema eléctrico

Además de la vulnerabilidad intrínseca, se analizaron otras formas de vulnerabilidad:

- las vulnerabilidades ligadas a la exposición a amenazas no generadas por el sistema eléctrico

en sí y la susceptibilidad de los elementos esenciales de sufrir daños;

- la dependencia de sistemas exteriores;
- la existencia o la ausencia de alternativas de funcionamiento;
- la capacidad de control de los elementos del sistema;
- la preparación previa a las situaciones de crisis.

Se cartografió cada forma de vulnerabilidad: los mapas 5-4 (A-F) ofrecen la visión sinóptica correspondiente. Más adelante se expone la metodología utilizada para evaluar las diferentes formas de vulnerabilidad.

Exposición a las amenazas y susceptibilidad de daños

El mapa 5-4B fue elaborado a partir de la representación de los espacios susceptibles de daños debidos a diferentes amenazas analizadas en la primera parte de este libro: aluviones, inundaciones, deslizamientos de terreno, sismos, erupciones volcánicas[4], almacenamiento y transporte de productos peligrosos. El mapa 5-5 superpone los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ y el mapa de inestabilidad del suelo. Este ejemplo permite observar, pese a los límites inherentes a la escala del análisis, que la mayoría de los elementos esenciales del sistema eléctrico, en especial las líneas, son susceptibles de daño debido a este tipo de amenaza. De la misma forma, la superposición de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ a los demás mapas de amenazas permitió clasificar esos elementos según el grado de peligro y atribuirles un valor de exposición[5]. En una segunda fase, se tomó en cuenta la susceptibilidad de daño por la amenaza considerada. En efecto, la exposición a una amenaza no significa necesariamente daños: por ejemplo, las líneas eléctricas de alta tensión no son susceptibles de daño por las inundaciones de las que se tiene conocimiento en Quito. Así, para cada amenaza, se modificó el valor de exposición a fin de tomar en cuenta no solamente la exposición a los fenómenos sino también el impacto posible de ellos[6].

4 Se hizo una distinción entre la caída de ceniza que puede cubrir todo el territorio urbano y los demás fenómenos vinculados a las erupciones, más fácilmente localizables, como los flujos piroclásticos o los lahares.

5 Valor 0 cuando el elemento no está expuesto o lo está muy poco a la amenaza (al menos en el estado actual de los conocimientos que proporcionan los mapas correspondientes, véase el capítulo 3); valor 1 cuando el elemento se sitúa en una zona con peligro relativamente alto; valor 3 cuando el elemento está ubicado en una zona con alto peligro. En el caso de las líneas se consideró la peor situación incluso si esta atañe apenas a una parte de su trazado. En efecto, la interrupción de una línea en un punto la afecta por entero.

6 El valor de susceptibilidad de daño es idéntico al de exposición cuando el elemento analizado es susceptible de daño por una amenaza dada. Este valor se reduce a 0 cuando el elemento no es susceptible de daño. Toma el valor 1 si el peligro es elevado en el sector donde se encuentra el elemento incluso cuando este es poco susceptible de daño o no lo es desde nuestro punto de vista.

La suma de estos valores desemboca en una clasificación de conjunto de los elementos esenciales en función de su susceptibilidad de daño frente a amenazas de origen natural o antrópico (cuadro 5-2). Los resultados aparecen en el mapa 5-4B.

Este mapa indica que, salvo ciertas excepciones, los elementos lineales son en conjunto más susceptibles de sufrir daños por las amenazas consideradas. Su extensión los lleva, en efecto, a atravesar zonas sometidas a una o varias amenazas. Entre las líneas eléctricas más expuestas figura la línea Transelectric 230 kV Pomasquí/Santa Rosa que atraviesa terrenos a menudo inestables, sensibles a los sismos, susceptibles de ser afectados por lahares producto de una erupción del Guagua Pichincha. Está igualmente expuesta a la caída de ceniza y cruza el poliducto al Suroeste de la ciudad de Quito. Otras líneas esenciales presentan condiciones un tanto menos desfavorables, como la línea Transelectric 138 kV Santa Rosa/Pomasqui o gran parte de las líneas EEQ 138 kV que unen igualmente Santa Rosa a Pomasqui. Entre las líneas más vulnerables figuran también varias líneas EEQ 46 kV[7], expuestas en diversos grados a todas las amenazas. Los elementos puntuales están globalmente menos expuestos pero ciertas subestaciones alcanzan niveles elevados de vulnerabilidad como las EEQ Epiclachima y SE/19 que acumulan cada una 4 y 5 amenazas respectivamente. Las demás subestaciones están expuestas a menos fenómenos pero a veces de manera preocupante como la subestación San Rafael situada en un sector de gran exposición a los lahares potenciales del volcán Cotopaxi. Un punto positivo es la relativamente poca exposición de las principales subestaciones Transelectric y EEQ.

Dependencia de sistemas exteriores

Se estudiaron 3 formas de dependencia de sistemas exteriores: la dependencia de productos químicos (productos para el tratamiento del agua de la central Cumbayá, aceite mineral para los transformadores de las subestaciones), la dependencia de sistemas de telecomunicación que permiten en especial identificar y resolver ciertas averías o disfuncionamientos (teléfono convencional, radio, sistema Scada, sistema PLC), la dependencia del agua (caso de la central eléctrica de Cumbayá). El funcionamiento o la disponibilidad de los elementos provenientes de sistemas exteriores garantizan el buen funcionamiento del sistema eléctrico. En caso de fallas, se podrían registrar consecuencias más o menos graves a nivel del Distrito.

El mapa 5-4C indica que la central Cumbayá, que acumula las tres formas de dependencia analizadas, es la más vulnerable en este campo. Vienen luego las subestaciones que presentan dos formas de dependencia (sistemas de telecomunicación y productos para los transformadores). Las líneas son las menos vulnerables en la medida en que no dependen sino de los sistemas de telecomunicaciones.

7 Selva Alegre/SE 19, Selva Alegre/Norte, Epiclachima/Selva Alegre, que bordean el aeropuerto (véase el cuadro 5-2).

Cuadro 5-2: Valoración de la exposición a amenazas y de la suceptibilitad de daños de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ

Elementos esenciales del sistema eléctrico	Nombre	Valor total exposición*	Valor total susceptibilidad de daño*	Nivel de vulnerabilidad
Subestación EEQ	Santa Rosa	4	4	2
Subestación EEQ	La Vicentina	4	4	2
Subestación EEQ	Selva Alegre	4	4	2
Subestación EEQ	Norte	4	4	2
Subestación EEQ	Eugenio Espejo	4	4	2
Subestación Transelectric	Santa Rosa	4	4	2
Subestación Transelectric	Pomasqui	4	4	2
Subestación Transelectric	La Vicentina	4	4	2
Central Cumbayá	Central Cumbayá	5	5	3
Subestación EEQ	Pomasqui	5	5	3
Subestación EEQ	Sur	5	5	3
Línea EEQ 46 Kv	Sur / La Vicentina	6	6	3
Subestación EEQ	San Rafael	6	6	3
Línea EEQ 46 Kv	Norte / La Vicentina	7	7	3
Subestación EEQ	SE 18	7	7	3
Línea EEQ 46 Kv	Eplicachima / Sur	8	7	3
Línea Transelectric 230 Kv	Totoras / Santa Rosa	8	7	3
Línea Transelectric 230 Kv	Santo Domingo / Santa Rosa	8	7	3
Línea Transelectric 230 Kv	Colombia / Pomasqui	9	7	3
Línea EEQ 138 Kv	Selva Alegre / SE19	10	7	3
Línea EEQ 138 Kv	Pomasqui Transelectric / Pomasqui EEQ	8	8	4
Línea EEQ 138 Kv	Santa Rosa / Eugenio Espejo	9	9	4
Línea EEQ 46 Kv	Santa Rosa / San Rafael	9	9	4
Subestación EEQ	Eplicachima	9	9	4
Línea EEQ 138 kv	Pomasqui / SE18	10	9	4
Línea Transelectric 138 kv	Mulaló / La Vicentina	10	9	4
Subestación EEQ	SE 19	10	10	4
Línea EEQ 138 Kv	Eugenio Espejo / Selva Alegre	12	10	4
Línea EEQ 138 Kv	der SE19 / Pomasqui	12	10	4
Línea EEQ 46 Kv	Santa Rosa / Eplicachima	11	11	5
Línea Transelectric 138 Kv	Santa Rosa / Vicentina	11	11	5
Línea Transelectric 230 Kv	Pomasqui / Santa Rosa	14	12	5
Línea EEQ 46 Kv	Selva Alegre / SE19 Inter	14	13	5
Línea EEQ 46 Kv	Selva Alegre / Norte	16	15	5
Línea EEQ 46 Kv	Eplicachima / Selva Alegre	16	15	5
Línea EEQ 46 Kv	Líneas que bordean el aeropuerto	18	15	5

* El valor máximo teórico es 20 (máximo de 3 para cada amenaza salvo en el caso de la caída de cenizas en que se atribuyó un valor de 2 a todos los elementos

Capacidad de control

Para evaluar la capacidad o, por el contrario, las dificultades de control de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ, se sumaron tres valores atribuidos a cada uno de esos elementos. Se trata, por una parte, de un valor de accesibilidad física, o en otros términos de la posibilidad material de acceder a los elementos tomando las vías de comunicación disponibles. Así, se consideraron: la situación más o menos alejada del elemento en relación con los sectores centrales de la ciudad de Quito, las alternativas posibles para acceder al elemento, la calidad de las vías de comunicación. Se trata luego de un valor ligado al personal presente en el lugar, capaz de intervenir rápidamente en caso de problema: existencia de tal personal, tiempo de presencia (desde las visitas esporádicas hasta la presencia permanente) y la calidad del personal (calificado, no calificado). Un tercer valor corresponde a la capacidad de vigilancia (televigilancia) y de acción a distancia (maniobra a distancia)[8]. En este campo preciso las subestaciones Transelectric son de lejos las mejor equipadas, con sistemas modernos[9], mientras que las subestaciones EEQ y el conjunto de líneas no cuentan con dispositivo alguno o tal dispositivo es muy parcial[10].

Teniendo en cuenta los tres valores escogidos para la evaluación de la capacidad de control, el mapa 5-4D indica claramente que las líneas son más vulnerables en este campo que los elementos puntuales (subestaciones o central). Esta situación es lógica en la medida en que las líneas, en especial aquellas de alto voltaje, están a menudo alejadas y son difícilmente accesibles, en ellas hace falta personal permanente y los sistemas de televigilancia son inexistentes o limitados. Entre esas líneas, las de la EEQ 138 kV que unen Santa Rosa a la SE 19 parecen las más vulnerables. En lo que respecta a los elementos puntuales, registran la menor vulnerabilidad las subestaciones Transelectric y la subestación EEQ La Vicentina, compensando esta última las debilidades observadas en materia de televigilancia por una

8 En este campo es interesante anotar que lo que aquí se considera como una ventaja (televigilancia) es por otro lado considerado un inconveniente en cuanto se razona en términos de dependencia frente a sistemas exteriores. Por ello era útil identificar otras formas de control (accesibilidad física y apoyo en el personal presente en el lugar).

9 En Santa Rosa y La Vicentina existe un centro de operaciones que funciona con un sistema *spider* lo que permite vigilar y controlar disyuntores y la energía que ingresa a los transformadores. En Pomasqui, el centro de operaciones funciona con un sistema *miniscada*, más moderno que el sistema *spider*. Además de las funciones este último, el sistema *miniscada* permite la constitución de bases de datos sobre el funcionamiento de la subestación, a las cuales se puede acceder desde Transelectric y el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

10 Televigilancia remota para los relés en el caso de las líneas Transelectric o televigilancia mediante sistema *scada* a nivel de primarios en el caso de algunas subestaciones EEQ.

accesibilidad física mucho mejor que la de las subestaciones Transelectric. Las demás subestaciones presentan un grado intermedio de vulnerabilidad siempre ligada a la inexistencia o insuficiencia de televigilancia, a lo que se suman problemas de accesibilidad física (San Rafael, Selva Alegre, Santa Rosa o Pomasqui) o problemas vinculados a la ausencia en el lugar de personal calificado permanente[11].

Preparación previa para el manejo de crisis

Como se vio a propósito de las diferentes formas de vulnerabilidad analizadas hasta ahora, las causas posibles de crisis en el sistema eléctrico y consecuentemente en el DMQ, son numerosas. Si bien es posible disminuir esa vulnerabilidad, muy difícilmente se puede pensar en suprimirla totalmente. La preparación previa para el manejo de crisis constituye entonces una manera de reducir la vulnerabilidad del conjunto del sistema eléctrico y las debilidades existentes en este campo son otros tantos factores de vulnerabilidad.

Se escogieron varias variables: existencia y tipo de plan de manejo de crisis, preparación del personal, realización de simulacros, experiencia de situaciones de crisis, autonomía en energía, comunicación con los organismos de crisis, medios de comunicación. Como en el caso de las anteriores formas de vulnerabilidad, a cada elemento esencial se atribuyó un valor para cada variable. La suma de esos valores permitió una clasificación de los elementos representada en el mapa 5-4E. La explicación de las variables utilizadas y los resultados aparecen en los cuadros 5-3a y 5-3b.

Como lo indica el mapa 5-4E, el grado de preparación para el manejo de crisis es globalmente bajo para el conjunto de elementos del sistema. Las situaciones más preocupantes conciernen a todas las líneas eléctricas así como a varias subestaciones, en particular la de Pomasqui Transelectric que, pese al papel esencial que le corresponde, a la vez como centro importante para el abastecimiento de electricidad para el DMQ y como apoyo a la subestación Santa Rosa, presenta importantes carencias en esta materia. Únicamente la central Cumbayá parece ofrecer condiciones si no óptimas, al menos aceptables para enfrentar una situación de crisis.

Alternativas de funcionamiento

Frente a las diversas formas de vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ, cabe preguntarse lógicamente si, en caso de destrucción o falla mayor de esos elementos, existen alternativas para su funcionamiento. En otras palabras, se trata de saber en qué medida la función desempeñada por un elemento esencial puede ser cumplida total o parcialmente por otros elementos del sistema, sean estos esenciales o secundarios. La reflexión conjunta

[11] En subestaciones como la SE 18, SE 19, Eugenio Espejo, Epiclachima o Norte, el personal calificado está presente en promedio una vez por semana.

Cuadro 5-3b: Variables y atributos utilizados para evaluar la preparación para el manejo de crisis de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ

Variables	Atributos	Valor
Existencia de un plan	No existe (ni general, ni específico)	5
	Sólo un plan general de mantenimiento y operaciones	4
	Un plan general y específico de mantenimiento y operaciones (para cada elemento)	3
	Además de lo anterior existe un plan de contingencia general para manejo de crisis	2
	Además de lo anterior existen planes de contingencia específicos para manejo de crisis	1
Preparación del personal	Sin preparación	5
	Preparación sólo para enfrentar emergencias internas (fallas técnicas o paralización de los elementos)	3
	Preparación para enfrentar emergencias claramente definidas como las ligadas a terremotos, explosiones, etc.	1
Simulacros	No hay	5
	Experiencias en cuanto a simulacros pero sólo para mantenimiento u operaciones (no para emergencias)	4
	Hay, pero excepcionales	3
	Hay, regulares, por un fenómeno específico	2
	Hay, regulares, por diferentes fenómenos	1
Experiencia de emergencias	Sin experiencia	5
	Poca experiencia (social, descargas atmosféricas, problemas de vegetación...)	4
	Relativamente poca experiencia (caída de arboles, deslizamientos puntuales)	3
	Una experiencia significativa (eventos con efectos más generalizados tipo caída de cenizas de El Reventador) y además, eventualmente, experiencias puntuales	2
	Por lo menos dos experiencias significativas	1
Autonomía energética (en relación con las necesidades)	Sin autonomía (funcionamiento paralizado)	5
	Autonomía parcial (problemas parciales de funcionamiento)	3
	No necesita energía (líneas de transmisión) o suficiente autonomía	1
Comunicación con organismos de emergencias	No están previstos organismos con quienes comunicarse en caso de problemas	5
	La comunicación con organismos de emergencia está bien planificada	1
Facilidad de comunicación en caso de problemas graves	No es posible comunicarse porque no hay medios de comunicación o porque no hay personal (solo gente que observa)	5
	La comunicación es incierta (personal temporal)	4
	Comunicación fácil y rápida (personal permanente calificado o guardias) pero disponen sólo del teléfono convencional o de radio	2
	Comunicación fácil y rápida (personal permanente y/o sistema de televigilancia) y por lo menos dos medios diferentes (teléfono convencional, radio...)	1

Cuadro 5-3a: Evaluación de la preparación para el manejo de crisis de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ

Tipo de elemento	Nombre	Existencia plan	Préparacion personal	Simulacros	Experiencia	Autonomia energética	Comunicación con orga-nismos de emergencias	Facilidad comunicación	Valor total preparación	Nivel de vulnerabilidad*
Subestaciones Transelectric	Santa Rosa	3	3	3	3	1	5	1	19	3
	Pomasqui	4	3	5	5	1	5	1	24	4
	La Vicentina	3	3	5	2	1	5	1	20	3
Subestaciones EEQ	Santa Rosa	4	3	5	2	1	5	1	21	3
	La Vicentina	4	3	5	2	1	5	1	21	3
	Selva Alegre	4	3	5	2	1	5	1	21	3
	Pomasqui	4	3	5	2	1	5	1	21	3
	SE 19	4	3	5	2	1	5	2	22	4
	Norte	4	3	5	2	1	5	2	22	4
	Eplicachima	4	3	5	2	1	5	2	22	4
	San Rafael	4	3	5	2	1	5	2	22	4
	Eugenio Espejo	4	3	5	2	1	5	2	22	4
	SE 18	4	3	5	2	1	5	2	22	4
	Sur	4	3	5	2	1	5	2	22	4
Líneas Transelectric	Santa Rosa / La Vicentina	3	3	4	3	1	5	5	24	4
	Mulaló / La Vicentina	3	3	4	2	1	5	5	23	4
	Pomasqui / Santa Rosa	3	3	4	4	1	5	5	25	4
	Totoras / Santa Rosa	3	3	4	3	1	5	5	24	4
	Santo Domingo / Santa Rosa	3	3	4	4	1	5	5	25	4
	Colombia / Pomasqui	3	3	4	5	1	5	5	26	4
Líneas EEQ 138 Kv	Santa Rosa / Eugenio Espejo	4	3	5	3	1	5	5	26	4
	Eugenio Espejo / Selva Alegre	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Selva Alegre / SE19	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	SE19 / Pomasqui	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Pomasqui / SE18	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Pomasqui Trans. / Pomasqui EEQ	4	5	5	5	1	5	5	30	5
Líneas EEQ 46 Kv	Norte / La Vicentina	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Selva Alegre / Norte	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Lineas que bordean el aeropuerto	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Selva Alegre / SE19 Inter	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Eplicachima / Selva Alegre	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Sur / La Vicentina	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Eplicachima / Sur	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Santa Rosa / Eplicachima	4	3	5	2	1	5	5	25	4
	Sta Rosa / San Rafael	4	3	5	2	1	5	5	25	4
Central	Cumbayá	2	1	2	2	1	1	1	10	2

*

Valor total preparación	Nivel de vulnerabilidad
7-11	1
12-16	2
17-21	3
22-26	4
27 y más	5

con los ingenieros y técnicos de Transelectric y de la EEQ permitió desembocar en las conclusiones que aparecen en el cuadro 5-4 y el mapa 5-4F.

Globalmente, tratándose de un sistema interconectado, existen numerosas alternativas de funcionamiento, incluso si rara vez son óptimas en la medida en que es difícil prescindir, incluso momentáneamente, de un elemento esencial de un sistema. Las mayores dificultades observadas, en materia de alternativas, conciernen la central Cumbayá, cuyo papel es abastecer al sistema Quito y a las subestaciones locales, y que no presenta alternativa alguna en caso de una falla mayor, la línea eléctrica Pomasqui/SE 18 cuya alternativa es muy parcial[12] y la subestación Pomasqui EEQ[13]. Más grave es la situación de Santa Rosa Transelectric, pieza esencial del dispositivo puesto que cerca del 70 % de la energía eléctrica consumida en el Distrito depende de ella[14]. Otras subestaciones presentan alternativas insuficientes incluso si son de mejor calidad que las anteriores (Selva Alegre EEQ, SE 19, SE 18 y San Rafael). En lo que respecta a las líneas, además de la Pomasqui EEQ/SE 18 ya mencionada, es preciso poner atención en la línea EEQ 138 kV Santa Rosa/Eugenio Espejo[15] y sobre todo en la línea Transelectric 230 kV Totoras/Santa Rosa. Esta última, asociada a la subestación Santa Rosa Transelectric, es de importancia vital para el abastecimiento del Distrito (más del 50% de la electricidad consumida en el DMQ transita por esa línea). Las alternativas podrían provenir de la línea Santo Domingo/Santa Rosa y más parcialmente de la línea Pomasqui/Santa Rosa, pero se estima que podrían existir bajas de voltaje en Quito.

12 Si falla la línea, la alternativa es llevar la energía desde la S/E Norte pero con deficiencia en cuanto a la potencia (46 kV).

13 Esta subestación garantiza una distribución de electricidad importante para el Norte de Quito y abastece a la SE 18. El apoyo de las SE 19 y SE 18 sería muy parcial para el desempeño de sus funciones.

14 En caso de falla mayor de Santa Rosa, el aporte de La Vicentina sería muy insuficiente. Más sustancial sería la alternativa que ofrece la nueva subestación Pomasqui Transelectric, directa (línea Pomasqui Transelectric/Santa Rosa) o indirectamente (vía Pomasqui EEQ). Sin embargo, ya sea por razones de confiabilidad aún no probada dada la reciente entrada en funcionamiento de Pomasqui Transelectric o porque toda la carga de esa subestación todavía no puede llegar a Pomasqui EEQ, las alternativas no pueden considerarse suficientes (situación al primer semestre de 2003). Además, se estima que incluso en la hipótesis de que estas alternativas fueran operantes, en toda la ciudad se iría la luz en un 20%.

15 Esta línea permite el abastecimiento de la subestación Eugenio Espejo y también de toda la línea 138 Kv que alimenta a las subestaciones situadas más al Norte (Selva Alegre, SE 19). Alternativas muy secundarias pueden provenir de la subestación La Vicentina a nivel de la red primaria. Más significativas son las ofrecidas por la subestación Pomasqui EEQ pero no son sino parciales.

Cuadro 5-4: Evaluación de las alternativas de funcionamiento de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ

Tipo de elemento	Nombre	Calidad alternativas	Nivel de vulnerabilidad
Subestaciones Transelectric	Santa Rosa	Muy parciales	4
	Pomasqui	Buenas	2
	La Vicentina	Buenas	2
Subestaciones EEQ	Santa Rosa	Muy buenas	1
	Vicentina	Buenas	2
	Selva Alegre	Parciales	3
	Pomasqui	Muy parciales	4
	SE 19	Parciales	3
	Norte	Buenas	2
	Eplicachima	Buenas	2
	San Rafael	Parciales	3
	Eugenio Espejo	Buenas	2
	SE 18	Parciales	3
	Sur	Buenas	2
Líneas Transelectric	Santa Rosa / La Vicentina	Buenas	2
	Mulaló / La Vicentina	Muy buenas	1
	Pomasqui / Santa Rosa	Buenas	2
	Totoras / Santa Rosa	Parciales	3
	Santo Domingo / Santa Rosa	Muy buenas	1
	Colombia / Pomasqui	Buenas	2
Líneas EEQ 138 Kv	Santa Rosa / Eugenio Espejo	Parciales	3
	Eugenio Espejo / Selva Alegre	Buenas	2
	Selva Alegre / SE19	Buenas	2
	Der. SE19 / Pomasqui	Buenas	2
	Pomasqui / SE18	Muy parciales	4
	Pomasqui Transelectric / Pomasqui EEQ	Buenas	2
Líneas EEQ 46 Kv	Norte / La Vicentina	Buenas	2
	Selva Alegre / Norte	Buenas	2
	Líneas que bordean el aeropuerto	Muy buenas	1
	Selva Alegre / SE19 Inter	Muy buenas	1
	Eplicachima / Selva Alegre	Muy buenas	1
	Sur / La Vicentina	Muy buenas	1
	Eplicachima / Sur	Muy buenas	1
	Santa Rosa / Eplicachima	Buenas	2
	Santa Rosa / San Rafael	Muy buenas	1
Central	Cumbayá	Sin alternativa	5

5. Vulnerabilidad acumulada de los elementos y vulnerabilidad global del sistema eléctrico

Principales conclusiones del análisis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales

Los análisis anteriores muestran que los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ presentan formas múltiples de vulnerabilidad y estas conciernen, en diversos grados, a todos los elementos. Esta vulnerabilidad se acumula y el mapa 5-6 presenta la síntesis de ello. Es el resultado de la suma ponderada de los valores obtenidos por cada elemento en cada forma de vulnerabilidad[16]. A partir de las sumas obtenidas para cada uno de los elementos, se determinaron cinco clases correspondientes a otros tantos niveles de vulnerabilidad acumulada. Si bien el mapa 5-6 así elaborado ofrece una visión sintética de la vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema eléctrico, el análisis no puede prescindir de la observación simultánea de los mapas 5-4A a 5-4F que ofrecen una visión sinóptica de las diferentes formas de vulnerabilidad analizadas, elemento por elemento.

El análisis en su conjunto demuestra que pocos elementos esenciales del sistema eléctrico presentan una vulnerabilidad baja o relativamente baja. Se trata de la subestación La Vicentina Transelectric, de la línea Transelectric Colombia/Pomasqui (únicamente el tramo que corresponde al territorio del DMQ) y de algunas subestaciones EEQ (Santa Rosa, La Vicentina, Selva Alegre, Norte y SE 18). De todas formas, una vulnerabilidad global relativamente baja puede ocultar vulnerabilidades particulares no despreciables, como la vulnerabilidad intrínseca de las subestaciones EEQ Santa Rosa y La Vicentina o las debilidades en materia de preparación para el manejo de crisis características de prácticamente todos los elementos.

La vulnerabilidad relativamente alta (representada en color naranja en el mapa 5-6) concierne las subestaciones Santa Rosa y Pomasqui y la línea Totoras/Santa Rosa de Transelectric, así como elementos de la EEQ, en particular la subestación Pomasqui y la línea 138 kV der.SE 19/Pomasqui. Pese a una vulnerabilidad global que no es de las más elevadas, estos elementos, muy importantes para el funcionamiento del sistema, presentan vulnerabilidades particulares inquietantes. Se trata, por ejemplo, de la vulnerabilidad intrínseca de la subestación Santa Rosa y de la de Pomasqui, incluso si esta última tenderá a reducirse luego del período de prueba de la subestación. La línea 138 kV der.SE 19/Pomasqui está, por su parte, expuesta a numerosas amenazas y presenta debilidades en materia de control y de preparación para el manejo de crisis.

16 Los valores van de 1 (menor vulnerabilidad) a 5 (mayor vulnerabilidad). A fin de dar más peso a la mayor vulnerabilidad, estos valores se ponderaron utilizando una progresión según el método de los cuadrados (valores 1, 4, 9, 16 y 25 correspondientes a los niveles 1, 2, 3, 4 y 5 de vulnerabilidad respectivamente) y luego se sumaron (véase cuadro 5-5).

Cuadro 5-5: Síntesis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ

	Vulnerabilidad intrínseca	Dependencia de elementos exteriores	Alternativas de funcionamiento	Capacidad de control	Preparación para enfrentar crisis	Exposición y susceptibilidad de daños	Vulnerabilidad acumulada
Subestaciones Transelectric							
Santa Rosa	16	9	16	4	9	4	58
Pomasqui	25	9	4	4	16	4	62
La Vicentina	9	9	4	4	9	4	39
Subestaciones EEQ							
Santa Rosa	16	9	1	9	9	4	48
La Vicentina	16	9	4	4	9	4	46
Selva Alegre	9	9	9	9	9	4	49
Pomasqui	4	9	16	9	9	9	56
SE 19	9	9	9	9	16	16	68
Norte	9	9	4	9	16	4	51
Eplicachima	9	9	4	9	16	16	63
San Rafael	16	9	9	9	16	9	68
Eugenio Espejo	1	9	4	9	16	4	43
SE 18	1	9	9	9	16	9	53
Sur	9	9	4	9	16	9	56
Líneas Transelectric							
Santa Rosa / La Vicentina 138 Kv	16	4	4	9	16	25	74
Mulaló / La Vicentina 138 Kv	16	4	1	16	16	16	69
Pomasqui / Santa Rosa 230 Kv	16	4	4	16	16	25	81
Totoras / Santa Rosa 230 Kv	4	4	9	16	16	9	58
Sto Domingo / Santa Rosa 230 Kv	16	4	1	16	16	9	62
Colombia / Pomasqui 230 Kv	4	4	4	16	16	9	53
Líneas EEQ 138 Kv							
Santa Rosa / Eugenio Espejo	4	4	9	25	16	16	74
Eugenio Espejo / Selva Alegre	16	4	4	25	16	16	81
Selva Alegre / SE19	9	4	4	25	16	9	67
der SE19 / Pomasqui	1	4	4	16	16	16	57
Pomasqui / SE18	1	4	16	16	16	16	69
Pomasqui Transelectric / Pomasqui EEQ	16	4	4	25	25	16	90
Líneas EEQ 46 Kv							
Norte / La Vicentina	25	4	4	16	16	9	74
Selva Alegre / Norte	16	4	4	9	16	25	74
Líneas que bordean el aeropuerto	25	4	1	9	16	25	80
Selva Alegre / SE19 Inter	9	4	1	9	16	25	64
Eplicachima / Selva Alegre	16	4	1	9	16	25	71
Sur / La Vicentina	16	4	1	9	16	9	55
Eplicachima / Sur	16	4	1	9	16	9	55
Santa Rosa / Eplicachima	16	4	4	16	16	25	81
Línea Sta Rosa / San Rafael 46 Kv	9	4	1	16	16	16	62
Central Cumbayá	9	16	25	9	4	9	72

Los elementos que presentan la mayor vulnerabilidad global corresponden a aquellos que acumulan elevadas vulnerabilidades particulares. Se trata ante todo de líneas eléctricas, lo que se explica, al menos en parte, por su extensión geográfica. Entre ellos figuran la mayoría de las líneas EEQ 138 kV que constituyen el Anillo Interconectado de Quito y que muestran, en su conjunto, marcadas debilidades en todos los campos salvo en los de la dependencia y las alternativas (con la notable excepción de la línea Pomasqui /SE 18). El anillo secundario (EEQ 46 kV), articulado a partir del anterior, es también en gran parte sumamente vulnerable. Se debe prestar una atención particular a la línea Transelectric Pomasqui/Santa Rosa, como también a la línea EEQ Pomasqui Transelectric/Pomasqui EEQ. En efecto, estas constituyen elementos esenciales del dispositivo de alternativas del sistema eléctrico del DMQ. Su alta vulnerabilidad, que aparece en el mapa 5-6, está ligada en parte a un período de adaptación, aunque también a otros factores que no habrán sido resueltos cuando tal período llegue a su fin. Estos problemas tienen que ver a la vez con la exposición a las amenazas, la capacidad de control y la preparación para el manejo de crisis.

De la vulnerabilidad de los elementos a la vulnerabilidad del sistema

La vulnerabilidad de los elementos del sistema de abastecimiento de energía eléctrica lleva naturalmente a la del sistema tomado en su globalidad. Las diferentes formas de vulnerabilidad identificadas a nivel de los elementos pueden igualmente ser consideradas a nivel del sistema.

Los puntos menos negativos corresponden a la dependencia y a las alternativas. El sistema eléctrico es relativamente poco dependiente de elementos exteriores, a no ser de las telecomunicaciones y del agua. En efecto, el agua plantea un problema serio no solo para el funcionamiento de una central como la de Cumbayá, sino también y sobre todo para el sistema en su conjunto. La energía eléctrica consumida en Quito depende, en lo esencial, de centrales hidroeléctricas situadas fuera de su área de influencia, y estas dependen de una cantidad mínima de agua para funcionar, lo que causó graves problemas entre 1991 y 1997 y puede plantear nuevos problemas en el futuro. Las alternativas en este campo son pocas dentro del territorio metropolitano, en la medida en que las centrales situadas al Este de Quito no cubren sino el 20% de las necesidades. Proyectos de generación de electricidad en beneficio del DMQ (Quijos, Baeza y El Reventador) están en estudio y determinarían la división de la EEQ en dos empresas, una encargada de la producción de electricidad, la otra de su distribución. Proyectos de este tipo podrían reducir la dependencia de Quito y contribuir a garantizar un abastecimiento constante de energía eléctrica.

En cuanto a alternativas, desde 2003, el ingreso de electricidad proveniente de Colombia constituye a todas luces un cambio positivo. Cuando el período de prueba de la estación Pomasqui y de sus líneas

asociadas llegue a su fin, se atenuará la dependencia demasiado marcada de Quito en relación con la subestación Santa Rosa. En este caso se trata de la acción más importante de estos últimos años en materia de reducción de la vulnerabilidad del sistema eléctrico y del riesgo en Quito.

Las otras formas de vulnerabilidad son aparentemente más severas para el sistema eléctrico de Quito. Se ha visto que numerosos elementos esenciales del sistema están expuestos a varias amenazas, sean estas de origen natural o antrópico, lo que significa que el sistema en su conjunto está expuesto a los sismos, las erupciones volcánicas, los deslizamientos de terreno, los riesgos tecnológicos y, más puntualmente, a los aluviones y a las inundaciones[17]. En ciertos casos una planificación preventiva de la repartición en el espacio de los elementos del sistema puede reducir sensiblemente la vulnerabilidad vinculada a la exposición, evitando, por ejemplo, la proximidad de los lugares de almacenamiento de productos peligrosos, escogiendo espacios por donde no pasan los aluviones o seleccionando terrenos estables para la instalación de los postes que soportan líneas eléctricas mayores. En otros casos serían útiles sistemas de protección, por ejemplo para evitar los disfuncionamientos causados por la caída de ceniza. De todas formas, si no es posible actuar sobre las amenazas o evitar la exposición de los elementos esenciales, la reducción de las demás formas de vulnerabilidad del sistema puede limitar sustancialmente los riesgos para el DMQ.

Se trata en especial de la preparación para el manejo de crisis. Ahora bien, se vio que tal preparación es globalmente deficiente, a nivel ya sea de Transelectric o de la EEQ, pese a algunas experiencias útiles como las ligadas a la caída de ceniza de los volcanes Guagua Pichincha y El Reventador. Los actuales planes operativos y de emergencias post eventos son capaces de resolver situaciones de crisis menores, y hasta moderadas, pero en ningún caso situaciones de crisis de gran amplitud. Se requiere de verdaderos planes preventivos que consideren de manera global todos los riesgos a los que están sometidos a la vez el sistema eléctrico y el DMQ, al igual que una preparación apropiada del personal de las empresas eléctricas.

La capacidad de control de los elementos del sistema y, consecuentemente, la capacidad de una rápida intervención, también plantean problemas. Esto se refiere particularmente a las líneas eléctricas y se sabe que numerosos disfuncionamientos (como la mayor parte de averías evocadas al inicio de este

[17] Se deben tener en cuenta otras amenazas no consideradas en este estudio. La localización de líneas eléctricas importantes en los flancos del Pichincha plantea problemas vinculados no solo a la inestabilidad de los terrenos sino a los incendios. Otro ejemplo es la línea Santo Domingo/Santa Rosa que presenta problemas de vegetación y de presencia de hongos, pero esto no afecta al abastecimiento del DMQ pues normalmente se dirige de Santa Rosa para abastecer a Santo Domingo.

capítulo) se originan a ese nivel. La capacidad de control debe poder aliar la mejor accesibilidad física posible, la presencia de personal calificado en lugares estratégicos y la disponibilidad de sistemas de televigilancia, e incluso de telecontrol. Pero en Quito, rara vez se reúnen estas condiciones.

Una de las vulnerabilidades más importantes del sistema eléctrico del DMQ es su vulnerabilidad intrínseca que puede, por sí sola, originar graves disfuncionamientos. Esta, más allá de la vulnerabilidad intrínseca de los elementos esenciales, atañe a la configuración de la red, a las cuestiones de coordinación y a las debilidades institucionales.

No retomaremos la vulnerabilidad intrínseca de los elementos del sistema sino para decir que este último está compuesto de elementos y componentes muy heterogéneos en el plano de la antigüedad y de la modernidad: elementos antiguos ubicados al lado de elementos muy recientes y lo moderno asociado a lo obsoleto. En muchos casos (en especial tratándose de la EEQ), la vigilancia, el control y las operaciones dependen exclusivamente del recurso humano y de comunicaciones por radio. En otros, son sistemas automatizados sumamente modernos que permiten la televigilancia, e incluso el telecontrol. Esta heterogeneidad constituye una vulnerabilidad e impide un funcionamiento sinérgico del sistema en su conjunto.

La configuración del sistema plantea también problemas. Incluso si se emplea frecuentemente la expresión «Anillo Interconectado de Quito», el anillo como tal no existe. La línea EEQ 138 kV no es una verdadera argolla pues existe una interrupción entre las subestaciones La Vicentina y SE 18. La red presenta entonces vías sin salida, lo que tiende a fragilizar a ciertos sectores de la ciudad, y, por otro lado, se concentra enormemente en la ciudad de Quito, descuidando las importantes zonas de extensión actuales y futuras situadas al este del Distrito.

Debilidades institucionales fragilizan igualmente al conjunto del sistema y son de varios órdenes. En primer lugar se trata de problemas de organización y de coordinación que dificultan el funcionamiento armonioso del sistema en su conjunto, en especial en el manejo simultáneo de crisis. Existen, por ejemplo, problemas de coordinación entre los sectores encargados de la generación y los responsables de la distribución de energía eléctrica al interior de la EEQ, o de articulación entre Transelectric y la EEQ. El abastecimiento de electricidad para una aglomeración como Quito debe, en efecto, ser el resultado de un manejo global que asocie a todos los actores: los que abastecen la energía eléctrica y los que la distribuyen, independientemente de la empresa responsable. Ahora bien, la articulación entre Transelectric y la EEQ (dependiendo esta última en gran parte de la primera para su funcionamiento) está lejos de ser perfecta, actuando cada una ante todo por su cuenta, lo que provoca a veces desacuerdos du-

rante situaciones de crisis como la del 25 de junio de 2003[18].

Por otra parte, existen problemas vinculados a la inestabilidad del personal dirigente[19] y a la reducción de personal por razones económicas, lo que puede tener efectos tanto en el mantenimiento de los equipos como en el manejo de crisis. De una manera general, las dificultades que atraviesa la EEQ (de carácter financiero, proyectos de reestructuración y de venta de la empresa) así como los problemas de orden técnico, económico y financiero que enfrenta el sector eléctrico ecuatoriano, fragilizan al sistema eléctrico quiteño.

Conclusiones

El análisis del sistema eléctrico del DMQ permite concluir en una vulnerabilidad elevada y multiforme que atañe a la vez a los elementos esenciales y al conjunto del sistema. Si bien se ha dado un gran paso con las alternativas de abastecimiento eléctrico que ofrecen Pomasqui Transelectric y las líneas de alta tensión asociadas, muchos problemas siguen en suspenso. La reducción de los riesgos para Quito pasa por la disminución de las diferentes formas de vulnerabilidad observadas en el sistema eléctrico, elemento por elemento. Por más importante que sea considerar la exposición a amenazas exteriores al sistema, ello no es sino una faceta de tal disminución. Reducir la vulnerabilidad es también multiplicar las alternativas, disminuir las dependencias (lo que, entre otras cosas, permite limitar los riesgos de transmisión de las vulnerabilidades), planificar mejor y coordinar el manejo de todo el sistema, reducir las debilidades internas y prepararse mejor frente a posibles situaciones de crisis, en especial allí donde la vulnerabilidad intrínseca y la exposición a las amenazas son elevadas. En otros términos, una política de reducción de la vulnerabilidad supone iniciar una acción de prevención global a nivel de las diversas formas de vulnerabilidad, que asocie a los diferentes actores del manejo del sistema eléctrico.

No se procedió, como en el caso del sistema de abastecimiento de agua (véase el capítulo 6), a un análisis de las consecuencias de la falla de ciertos elementos esenciales del sistema eléctrico. Como la red está interconectada, difícilmente se pueden

[18] Según el artículo de *El Comercio* de fecha 28 de junio de 2003, «Nadie se responsabiliza por el apagón», el desacuerdo entre Transelectric y la EEQ concernía la posibilidad de reducir la duración del gran apagón del 25 de junio. Transelectric había aceptado la responsabilidad de la avería pero creía que habría sido posible reducir su duración y por tanto sus consecuencias si la EEQ hubiera acoplado su circuito con la nueva subestación Pomasqui Transelectric. La EEQ, por su parte, cuestiona al CENACE, organismo técnico y comercial del Mercado Energético* Mayorista (MEM) del Ecuador, del que dependen tanto Transelectric como la EEQ.

[19] Por ejemplo, en febrero de 2004, 90 directivos del sector eléctrico ecuatoriano fueron reemplazados.

evaluar tales consecuencias. Hacerlo demandaría un estudio a profundidad que supera el marco del presente estudio. Sin embargo, es posible hacerse una idea de las consecuencias considerando el radio de acción de los elementos esenciales del sistema, habiendo sido ese radio de acción el criterio principal de identificación de tales elementos[20].

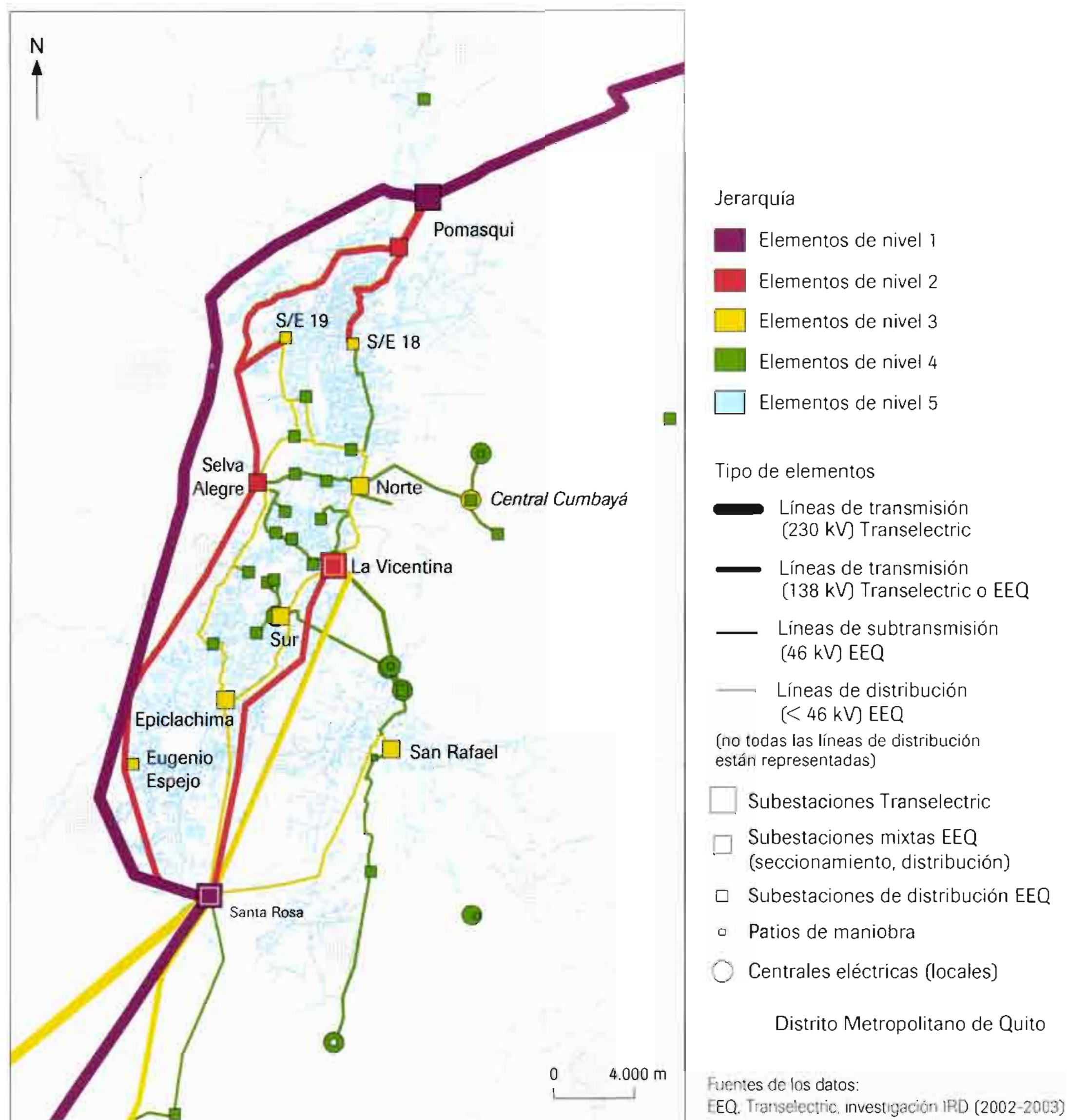
Siguiendo la lógica de este libro, se puso el acento en los elementos del sistema que tienen un peso decisivo a nivel del Distrito de Quito. No obstante, hay que ser conscientes de que la vulnerabilidad de tales elementos se transmite a la red primaria, que transporta la electricidad hasta el consumidor, y de que ella presenta sus propias vulnerabilidades, entre las que figuran las pérdidas de energía vinculadas a fallas técnicas o a conexiones clandestinas a la red de distribución. Los problemas técnicos acarrean muy frecuentemente cortes de energía que tienen un impacto menor a nivel del Distrito pero mayor a nivel de los barrios involucrados[21]. Por otro lado, la excesiva cercanía entre las casas de habitación y los postes de luz origina a menudo incendios y electrocuciones.

El sistema eléctrico del DMQ es un sistema sumamente complejo y vulnerable, pero los ángulos de ataque para reducir tal vulnerabilidad son numerosos, algunos fáciles y rápidos de implementar. Cada una de las acciones que van en ese sentido puede contribuir a reducir los riesgos que pesan actualmente sobre el Distrito de Quito, ya sea en el marco de su funcionamiento habitual o por la ocurrencia de fenómenos de origen natural o antrópico.

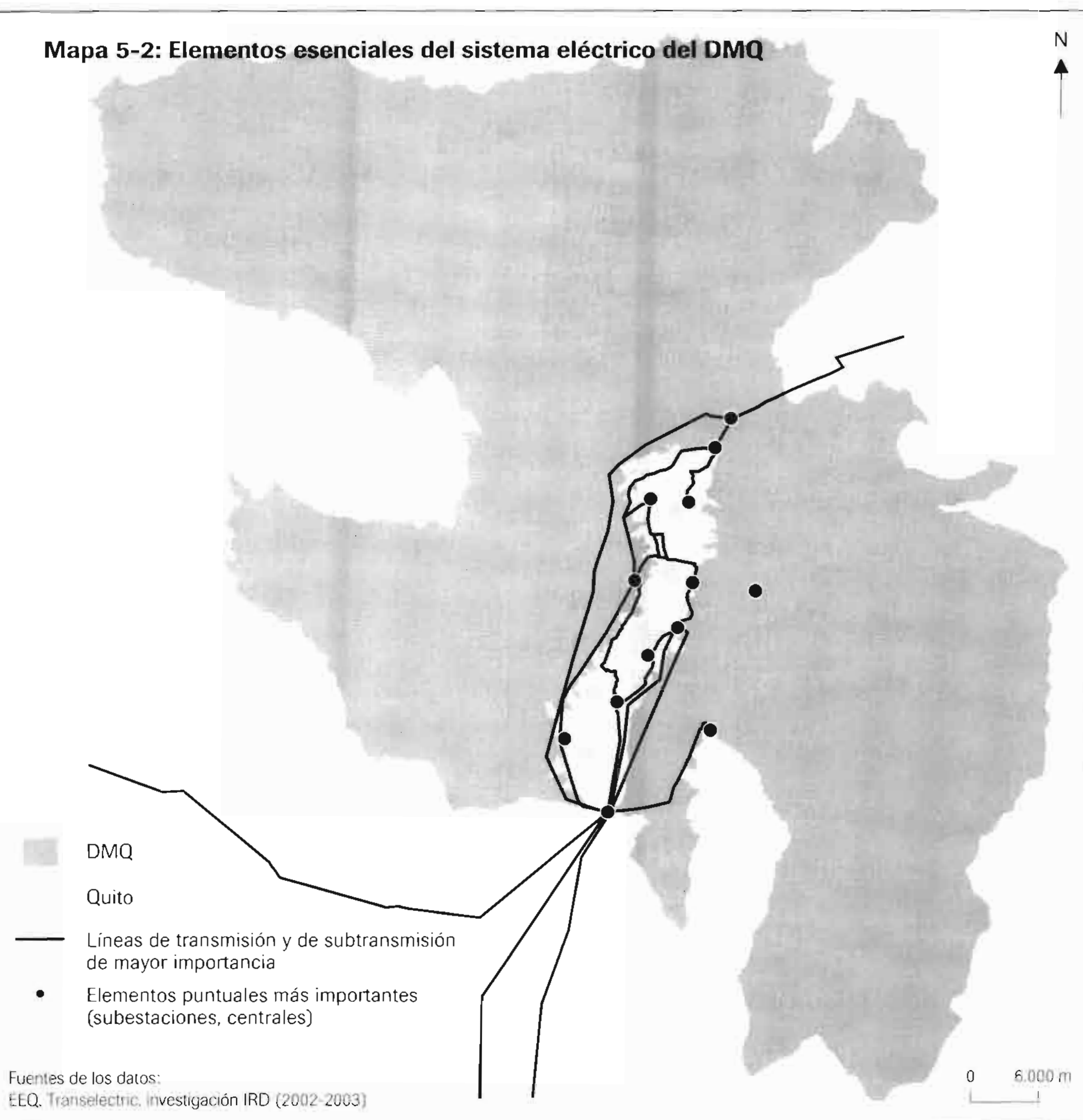
20 Véase D'Ercole y Metzger, 2002, (p. 109-110) y, en este capítulo el punto 2, «Elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ».

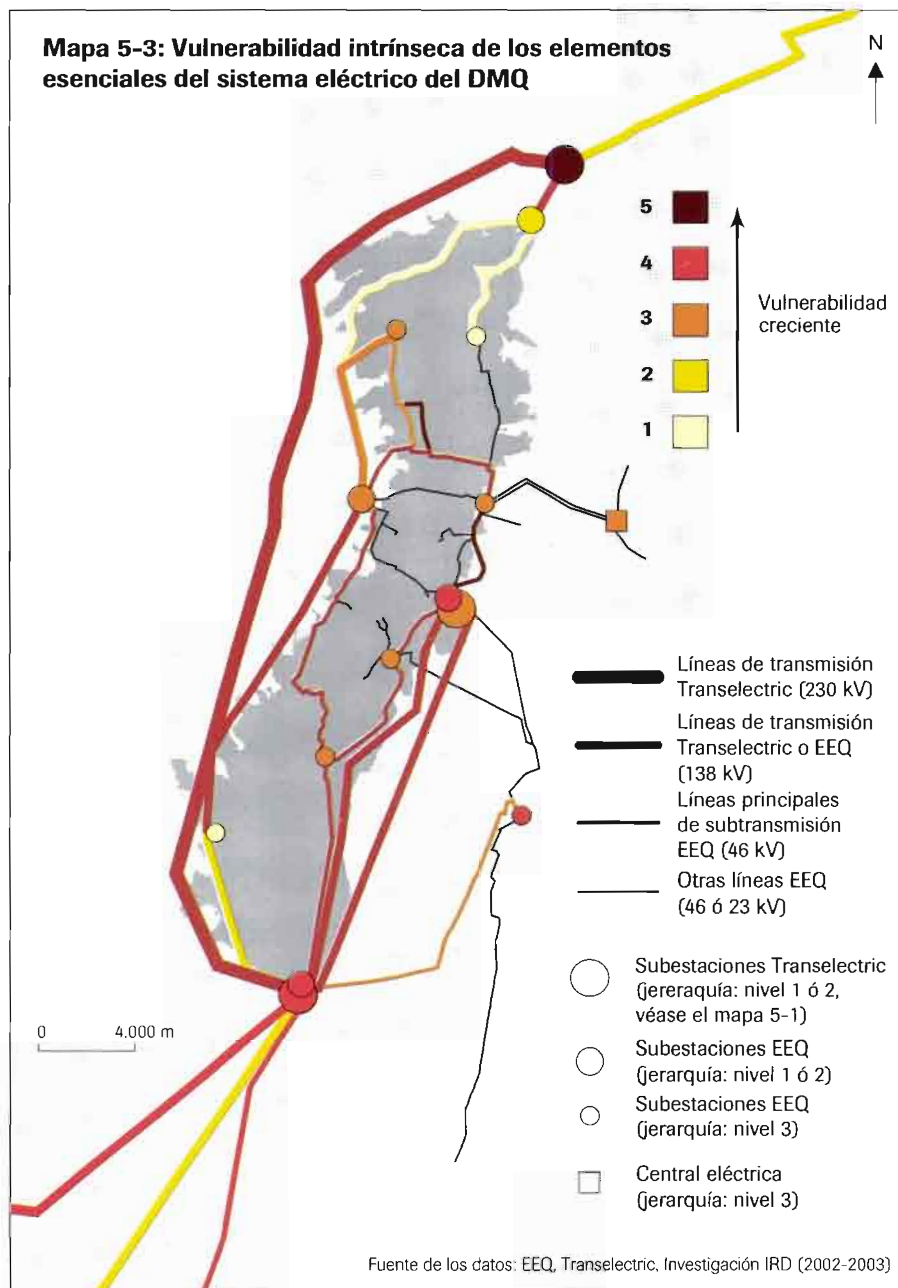
21 Entrevistas con el personal de operación y mantenimiento de la EEQ permitieron identificar los barrios más frecuentemente sometidos a cortes de energía: estos se sitúan sobre todo al extremo norte y al extremo sur de la ciudad de Quito. Los problemas están generalmente vinculados a la caída de rayos, la falta de mantenimiento de las conexiones a tierra, la caída de postes, el descuido de la vegetación a proximidad de las líneas eléctricas, etc.

Mapa 5-1: Jerarquía de los elementos del sistema eléctrico del DMQ

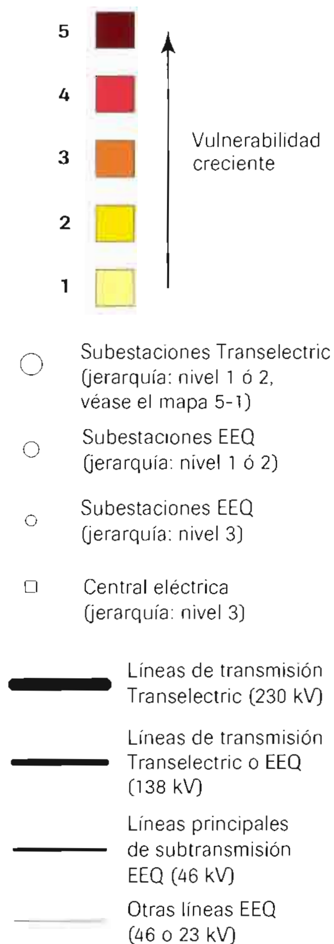


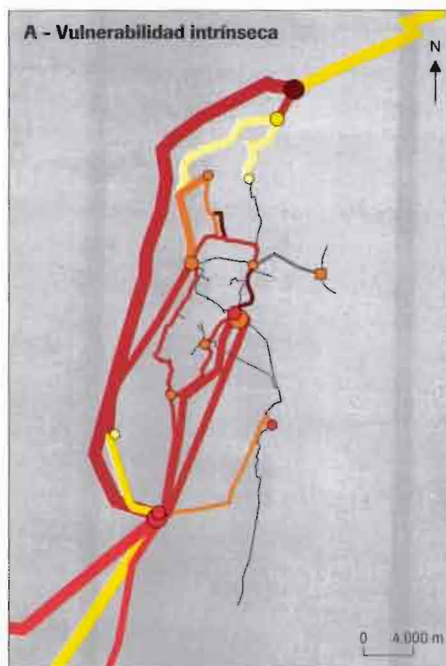
Fuentes de los datos:
EEQ, Transelectric, investigación IRD (2002-2003)

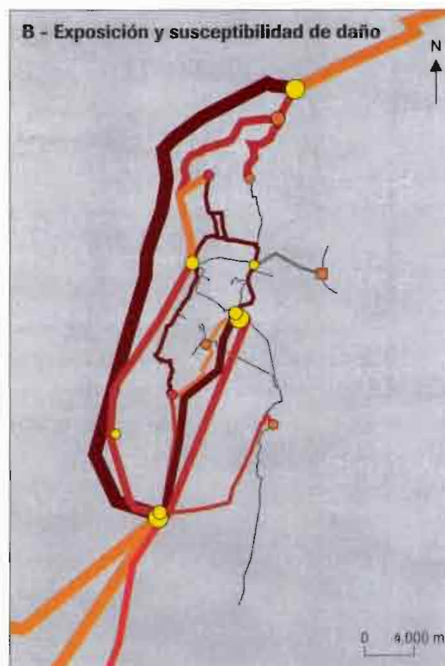

Mapa 5-2: Elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ
N
DMQ
Quito
Líneas de transmisión y de subtransmisión de mayor importancia
Elementos puntuales más importantes (subestaciones, centrales)
Fuentes de los datos:
EEQ, Transelectric, investigación IRD (2002-2003)
0
6.000 m


Mapa 5-3: Vulnerabilidad intrínseca de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ
N
5
4
3
2
1
Vulnerabilidad creciente
Líneas de transmisión Transelectric (230 kV)
Líneas de transmisión Transelectric o EEQ (138 kV)
Líneas principales de subtransmisión EEQ (46 kV)
Otras líneas EEQ (46 ó 23 kV)
Subestaciones Transelectric (jereraquía: nivel 1 ó 2, véase el mapa 5-1)
Subestaciones EEQ (jerarquía: nivel 1 ó 2)
Subestaciones EEQ (jerarquía: nivel 3)
Central eléctrica (jerarquía: nivel 3)
0
4.000 m
Fuente de los datos: EEQ, Transelectric, Investigación IRD (2002-2003)

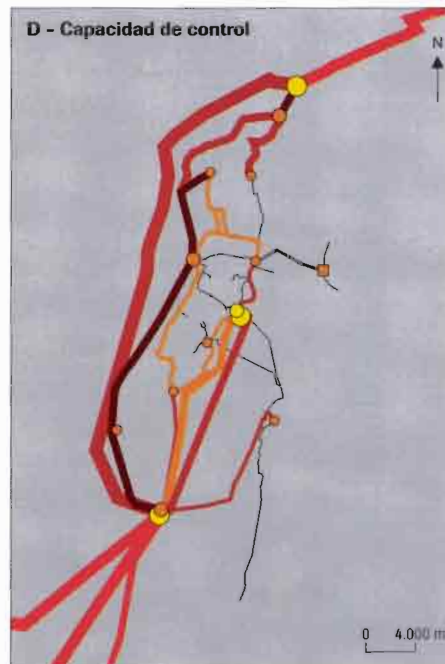
Mapa 5-4
Vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ





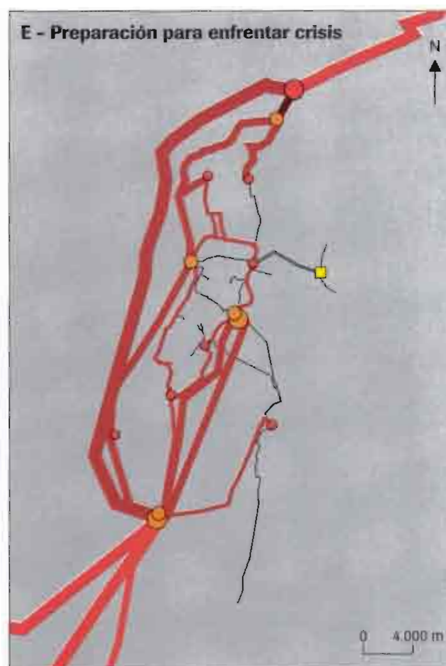


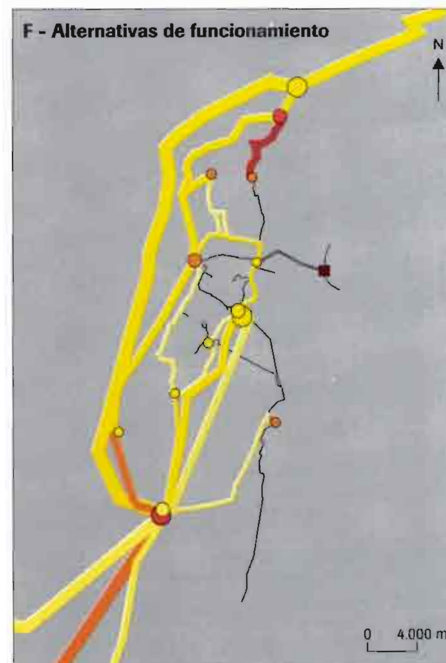


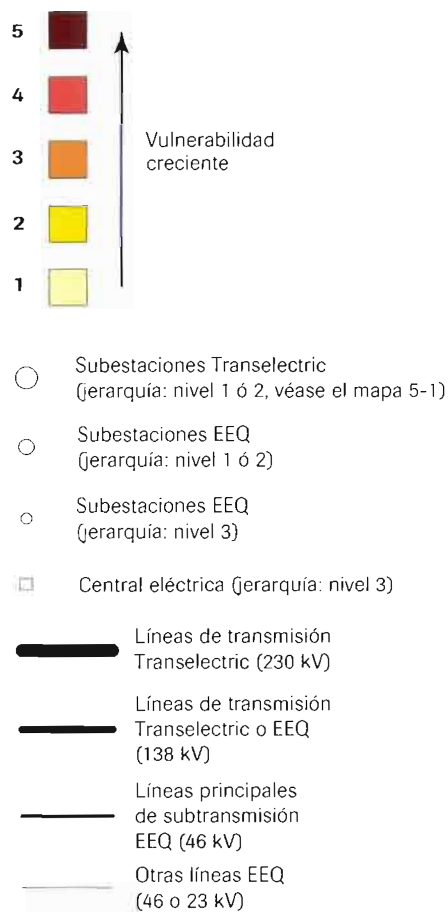


Fuente de los datos: EEQ, Transelectric, investigación IRD (2002-2003)

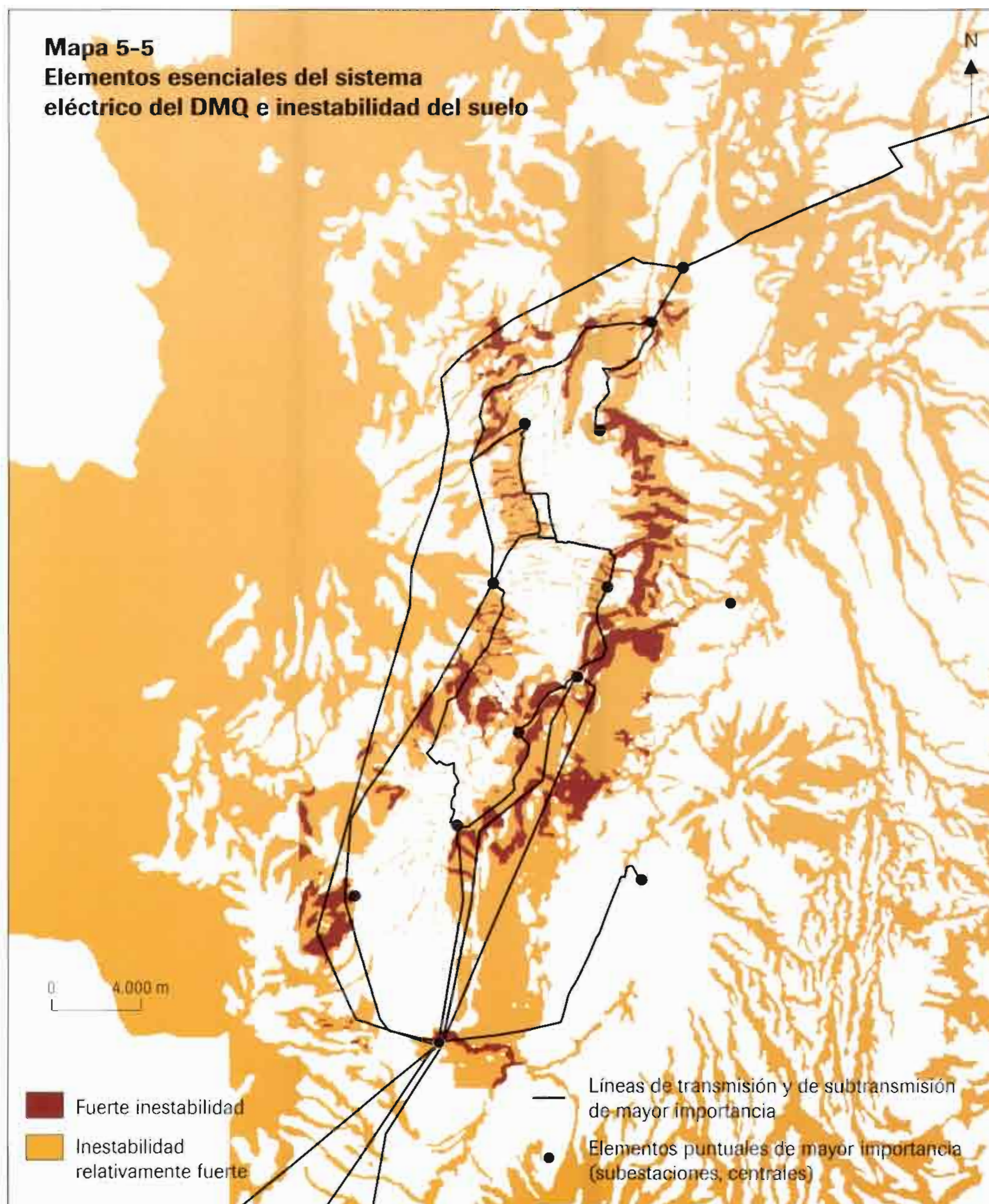
Mapa 5-4
Vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ
(continuación)



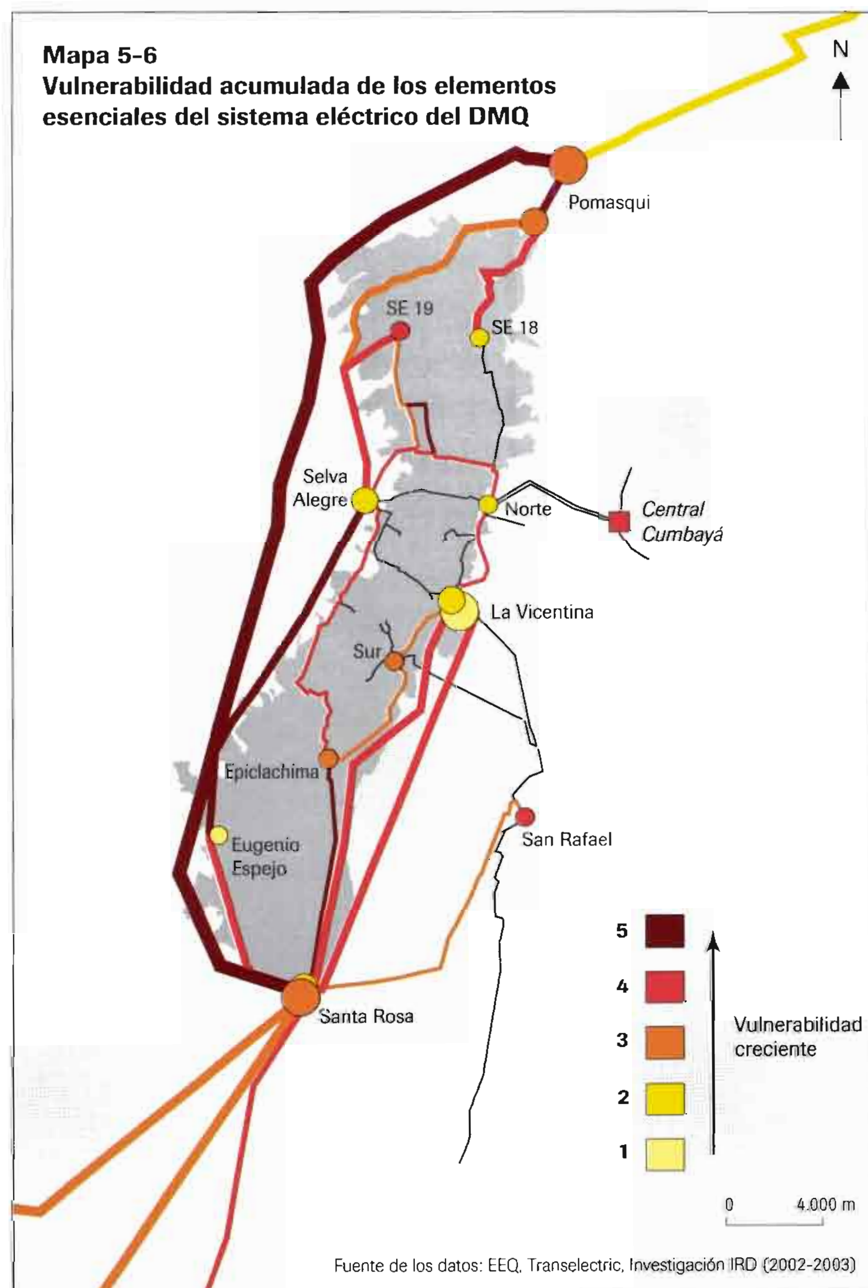




Fuente de los datos:
EEQ, Transelectric, Investigación IRD (2002-2003)



Fuente de los datos:
Mapa de susceptibilidad a los deslizamientos en el área urbana de Quito (EPN, 1993)
Mapa de estabilidad geomorfológica del área metrpolitana de Quito (AIQ, 1992)
Resultados de las investigaciones de Pierre Peltre (IRD) sobre la frecuencia de los derrumbes y hundimientos en Quito (periodo 1900-1988) y la localización de los sectores afectados


Mapa 5-6
Vulnerabilidad acumulada de los elementos esenciales del sistema eléctrico del DMQ
N
Pomasqui
SE 19
SE 18
Selva Alegre
Norte
Central Cumbayá
La Vicentina
Sur
Epiclachima
Eugenio Espejo
San Rafael
Santa Rosa
5
4
3
2
1
Vulnerabilidad creciente
0 4.000 m
Fuente de los datos: EEQ, Transelectric, Investigación IRD (2002-2003)

CAPÍTULO 6

La vulnerabilidad del sistema de agua potable del DMQ

1. Introducción a la vulnerabilidad del sistema de agua potable

Los servicios de agua potable son elementos fundamentales para garantizar las condiciones de salud y de bienestar de la población y el desarrollo de un territorio. Ya sea debido a eventos externos (fenómenos de origen natural o antrópico como la contaminación) o internos a los sistemas de abastecimiento y de distribución de agua potable (inexistencia de sistemas de calidad, disfuncionamiento de plantas de tratamiento o de canalizaciones, etc.), el suministro de agua potable constituye, para las ciudades de los países en vías de desarrollo, un problema constante, considerablemente agravado en período de crisis. Se desarrollan entonces las enfermedades y epidemias y por ende la sobremortalidad. Fue el caso en especial en Centroamérica con la llegada del huracán Mitch en octubre de 1998. Tomando únicamente el ejemplo de Honduras, más del 90% de su población se encontró sin servicio de agua potable inmediatamente después del paso del huracán y tal porcentaje alcanzaba aún 40 un mes más tarde (OPS-OMS, 2001)[1].

El Ecuador ha conocido este tipo de problema en varias ocasiones a lo largo de su historia, como por ejemplo durante el fenómeno El Niño de 1997-1998: contaminación y colmatación de pozos familiares y comunitarios en zonas rurales y urbanas de la Costa que se abastecen principalmente de aguas subterráneas, ruptura de tuberías a causa de deslizamientos, pérdida de captaciones de agua y por tanto del servicio a las áreas urbanas, etc. (D'Ercole y Trujillo, 2003).

---

1 Además, los daños en sistemas de agua y saneamiento se elevaron a 58 millones de US$.

A la escala del DMQ, se registraron numerosos problemas de abastecimiento de agua potable cuando las caídas de ceniza del volcán Guagua Pichincha en octubre de 1999[2] y de El Reventador en noviembre de 2002[3]. El 8 de abril de 2003, la rotura, a la altura de Papallacta, del oleoducto que transporta el petróleo crudo de la Amazonía a la Costa contaminó durablemente una de las principales fuentes de abastecimiento de agua para Quito, pero la catástrofe, al menos en lo que respecta a la población del Distrito, se evitó por escaso margen gracias a la rápida intervención de la EMAAP-Q[4].

Todos estos ejemplos demuestran la fragilidad de los sistemas de abastecimiento de agua y la necesidad de un desarrollo, por parte de las empresas de agua, de un servicio seguro y de calidad, de manera que se eviten o limiten en el tiempo las interrupciones del suministro de este recurso vital que implica a la vez higiene, salud pública y seguridad. En tal contexto, los análisis de vulnerabilidad, como el que se ofrece para el DMQ, permiten identificar los principales puntos débiles de los sistemas de abastecimiento de agua, conocimiento previo indispensable para la reducción de la vulnerabilidad y de los riesgos para la población.

En Quito, el agua potable proviene en gran parte de la red pública. Según los datos del censo de noviembre de 2001, el 91,1% de las viviendas del DMQ están conectadas a la red de la EMAAP-Q[5] y el consumo de agua es esencialmente doméstico[6]. En la ciudad

2 Por ejemplo, el servicio de distribución de la EMAAP-Q fue suspendido por varias horas en los barrios abastecidos por la planta Noroccidente debido a la contaminación del agua por la ceniza; el barrio de Atucucho, que aprovecha el agua de la tubería que abastece a esa misma planta, también se vio afectado; otros barrios de las laderas del Pichincha, que se abastecen mediante el sistema comunitario, tuvieron igualmente problemas. Así, el barrio de La Comuna permaneció sin agua aproximadamente una semana a causa de la contaminación de la captación correspondiente (UPAD-DGP e IRD, 1999).

3 El sistema de abastecimiento de agua del DMQ fue más severamente afectado en 2002 debido a una mayor cantidad de ceniza y a una mayor expansión. Varias plantas de tratamiento dejaron de funcionar o por lo menos fueron perturbadas por la caída de ceniza (daños en los filtros, los clarificadores, etc.). El problema de suministro de agua afectó al noroccidente y al suroriente de Quito, pero sobre todo a los valles orientales (Tumbaco, Checa, Pifo, Yaruquí, El Quinche principalmente) donde se necesitó una semana para restablecer el servicio normal (Estacio y D'Ercole, 2003).

4 Véase el capítulo 3 (punto 7 «Amenazas relacionadas con el transporte y el almacenamiento de productos peligrosos»).

5 Esto corresponde a 484.074 viviendas. Las demás, 43.265, se abastecen mediante agua de río, vertiente, acequia o canal (5,2%), pozo (2,3%), carro repartidor (0,7%) y de otra manera (0,7%).

6 Según las cifras de la EMAAP-Q para 1995, el 86% del consumo facturado corresponde a uso doméstico,

la gran mayoría de las viviendas están conectadas a la red pública, salvo en el extremo sur (mapa 6-1). Las disparidades son mucho más marcadas en el resto del Distrito: en el oeste, el norte y el sudeste, sectores poco poblados, se utilizan esencialmente otros sistemas, mientras que en los valles, la situación es variada aunque predomina la red pública.

En este contexto, analizar la vulnerabilidad del abastecimiento de agua es, ante todo, comprender lo que podría afectar a la red pública, a fin de poder actuar para garantizar su continuidad. Apreciar la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable es un proceso doblemente complejo: como el agua sigue un periplo lineal, cada etapa depende de la anterior. Esto significa que a la vulnerabilidad identificable a nivel de cada etapa o tramo por el que transita el agua, se agrega la vulnerabilidad transmitida por la inevitable cadena funcional de las fases que constituyen los sistemas de abastecimiento, dependiendo cada etapa del adecuado desarrollo de la anterior. Se trata pues de identificar, siguiendo el «curso del agua», las diferentes vulnerabilidades capaces de interrumpir su flujo.

El itinerario comienza completamente aguas arriba, a nivel de la captación; se debe entonces realizar una primera apreciación sobre la vulnerabilidad de los recursos hídricos que van a abastecer al sistema. Una vez captada, el agua ingresa a la tubería de conducción para llegar a la planta de potabilización[7]. Hay que apreciar entonces la vulnerabilidad de esa línea de conducción. La planta constituye luego una etapa clave donde el agua se almacena temporalmente para ser objeto de los tratamientos que la harán potable. Posteriormente el agua circula por líneas de distribución hacia los reservorios a partir de los cuales las canalizaciones de la red de distribución llegan al consumidor.

Para comprender el procedimiento de análisis de la vulnerabilidad, hay que subrayar el hecho de que mientras más cerca está el agua del consumidor, más interconectado está el sistema y, por tanto, menos vulnerable es el abastecimiento de agua por la gran variedad de alternativas existentes. En la red primaria, *a priori* todas las conexiones son posibles (respetando la gravedad o utilizando el bombeo) y cuando el agua llega a las plantas, en algunos casos puede ser redistribuida a otras. En cambio, aguas arriba, antes de la llegada a las plantas, las interconexiones son pocas e incluso inexistentes. Esto justifica que el análisis se centre sobre todo en las líneas de conducción y las plantas.

El análisis de la vulnerabilidad del abastecimiento de agua del DMQ se va a centrar primeramente en comprender la vulnerabilidad de cada elemento esencial del sistema, cada línea, planta y tanque

el 4% a uso industrial y el 10% a uso comercial (véase Metzger y Bermúdez, 1996, p. 73 y siguientes).

7 El proceso que reúne captación y conducción hasta las plantas se conoce como «sistema de captación» en la EMAAP-Q.

tomados aisladamente, considerando las diferentes formas de vulnerabilidad que presentan (vulnerabilidad intrínseca, exposición a las amenazas y susceptibilidad de daños, dependencia de elementos exteriores, alternativas, capacidad de control y preparación para crisis). En una segunda etapa, se tratará de comprender la vulnerabilidad del abastecimiento siguiendo el curso del agua, es decir la interdependencia funcional de los elementos esenciales al interior de cada subsistema[8]. Este trabajo permitirá desembocar en la cuestión de la vulnerabilidad del abastecimiento del territorio mismo, identificando los elementos esenciales del funcionamiento del Distrito Metropolitano localizados en la zona geográfica abastecida por el subsistema más vulnerable.

2. La vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua potable

El análisis de vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable se basa en la identificación previa de sus elementos esenciales de funcionamiento. Estos se definieron a partir de un trabajo de análisis cuantitativo, cualitativo y funcional presentado en el primer libro[9]. Los resultados de este trabajo permitieron considerar que el sistema de abastecimiento de agua potable del DMQ se apoya, para funcionar, en los siguientes 15 elementos esenciales (véase el mapa 6-2):

- las cuatro principales líneas de captación (que alimentan a las plantas Bellavista, Puengasí, El Troje y El Placer);
- las cuatro plantas principales: Puengasí, Bellavista, El Troje y El Placer;
- los tres tanques principales: Bellavista medio, Carolina medio y Alpahuasi alto;
- las cuatro líneas de distribución que desempeñan un papel mayor en la interconexión de los subsistemas y en la distribución: dos líneas que unen a las plantas entre ellas (Bellavista-Puengasí, Puengasí-El Placer) y dos líneas que conectan las plantas con dos grandes tanques (Bellavista con Bellavista medio y Carolina medio y Puengasí con Alpahuasi alto).

El análisis de la vulnerabilidad en sí se basa en las 6 formas de vulnerabilidad definidas en la introducción general del libro y utilizadas en el capítulo anterior a propósito del sistema eléctrico.

8 A interior del sistema global de abastecimiento de agua potable para el DMQ, se pueden distinguir varios subsistemas que asocian captación, conducción, tratamiento y distribución. Los cuatro principales son Bellavista, Puengasí, El Troje y El Placer. La EMAAP-Q habla de «sistema Bellavista», «sistema Puengasí», etc., pero preferimos en este caso utilizar el término «subsistema» para evitar la confusión con el sistema global o con los sistemas de captación, tratamiento o distribución.

9 D'Ercole y Metzger (2002).

Metodología de evaluación de las diferentes formas de vulnerabilidad

Para evaluar la vulnerabilidad intrínseca, la reflexión conjunta con los funcionarios de la EMAAP-Q, completada con trabajo de campo, permitió determinar los componentes clave de cada tipo de elemento esencial (cuadro 6-1), y los criterios de vulnerabilidad propia de esos componentes. El análisis cualitativo de la vulnerabilidad intrínseca de los elementos esenciales del abastecimiento de agua se basó en criterios de calidad y de mantenimiento de los equipos, de antigüedad y de experiencia en cuanto a la frecuencia de problemas de todo orden registrados estos últimos años.

Cuadro 6-1: Los componentes clave de los elementos esenciales del abastecimiento de agua del DMQ identificados para el análisis de la vulnerabilidad intrínseca

Líneas de conducción	Plantas	Líneas de distribución	Tanques
Válvulas	Tanques de reserva de agua cruda	Tuberías	Celdas de reserva de agua
Válvulas eskada	Tanques de almacenamiento de agua tratada	Uniones mecánicas	Válvulas
Tomas caucasianas	Filtros	Válvulas	Tuberías de entrada y salida de agua potable
Tuberías	Tanques de clorogas		
Estaciones de bombeo	Sedimentadores o sedimentadores floculadores		
Sifones	Coaguladores: tanques de sulfato de aluminio		
Aliviadores	Clarificadores		
Canales	Válvulas de clorogás		
	Compresores de aire		

Fuente: Investigación IRD en colaboración con ingenieros y técnicos de la EMAAP-Q

En una segunda etapa, se definieron las demás formas de vulnerabilidad para cada elemento esencial. Se apreció la vulnerabilidad proveniente de las amenazas, considerando no solo el tipo de amenaza a la que está expuesto cada elemento, sino también la susceptibilidad de daños y sus posibles efectos. Para tomar un ejemplo simple, la caída de ceniza no tiene impacto en las tuberías enterradas, pero puede en cambio afectar al agua de canales y tanques que están a la intemperie. La evaluación de la vulnerabilidad imputable a las amenazas, a la dependencia de elementos exteriores, a las alternativas de funcionamiento, a la capacidad de control y al nivel de preparación para enfrentar crisis se basa en un análisis cualitativo de los siguientes criterios (cuadro 6-2).

Los resultados obtenidos por tipo de vulnerabilidad aparecen en los mapas 6-3A a 6-3F, y evidencian la diversidad de situaciones en función de los tipos de elementos.

Cuadro 6-2: Criterios de análisis de las demás formas de vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua del DMQ

Exposición y susceptibilidad	Dependencia	Alternativas de funcionamiento	Capacidad de control	Preparacion para crisis
Aluviones	Electricidad	Análisis específicos para cada elemento	Accesibilidad por vía terrestre	Existencia de un plan
Inundaciones	Telecomunicaciones		Accesibilidad directa a los elementos	Preparación del personal
Inestabilidad	Productos químicos		Personal calificado	Simulacros
Sismos			Televigilancia	Experiencia de emergencia de crisis
Ceniza			Telecontrol	Autonomía energética
Lahares				Comunicación con organismos de emergencia
Productos peligrosos				Facilidad de comunicación

La vulnerabilidad intrínseca

En lo que respecta a la vulnerabilidad intrínseca (mapa 6-3A), las líneas de conducción y las plantas de los subsistemas Pita y El Placer son claramente las más vulnerables y alcanzan el nivel 4 en la escala que va de 1 a 5. La vulnerabilidad intrínseca de las líneas de captación se debe al hecho de que parte de ellas están a la intemperie, a lo que se suma la variabilidad de los caudales captados en función de las estaciones. La vulnerabilidad intrínseca de las dos plantas se debe ante todo a la antigüedad de su diseño, que determina una fragilidad de conjunto de los subsistemas. Comparativamente, las otras dos plantas, Bellavista y El Troje, son mucho menos vulnerables y se podrá observar la muy baja vulnerabilidad de la tubería de conducción que alimenta a El Troje, al no presentar sus componentes ninguna debilidad intrínseca. La vulnerabilidad intrínseca de los tanques y las líneas de distribución es relativamente baja, estando las diferencias observables vinculadas a la antigüedad de su creación y a algunos puntos débiles (caso de la línea de distribución que conecta la planta Puengasí con la planta El Placer[10]).

Exposición a amenazas y susceptibilidad de daños

Paralelamente, todas las líneas de conducción están expuestas a amenazas y son susceptibles de daños (mapa 6-3B). Las líneas orientales están en especial amenazadas por los lahares vinculados a una posible erupción del volcán Cotopaxi (mapa 6-4), lo que plantea la eventualidad de la interrupción casi total del abastecimiento de agua al Distrito. Están también, según el caso, más o menos expuestas a los deslizamientos de terreno, los sismos y a las amenazas relacionadas con la proximidad de los lugares de almacenamiento de productos peligrosos. La línea de conducción El Placer[11] no está en el trayecto de los lahares potenciales del Cotopaxi, pero se sitúa en cambio en la zona de impacto de flujos de lodo del Pichincha y parece estar más expuesta que las otras líneas a la amenaza sísmica. Las líneas de distribución que atraviesan Quito, en especial la línea Puengasí-El Placer, están igualmente muy expuestas a varias amenazas. Las plantas y los tanques, por su parte, son menos susceptibles de daños, incluso si los riesgos ligados a los sismos o a la caída de ceniza están siempre presentes en el caso de las primeras, mientras que los segundos podrían verse afectados por los sismos e incluso por fenómenos de inestabilidad (Bellavista medio) o de flujos de lodo del Pichincha (Carolina medio).

10 A pesar de haber sido diseñada para amortiguar los denominados «golpes de ariete», la presión produce tremores fuertes en la tubería y se teme que en algún momento puede producirse un fallo.

11 En realidad, varias tuberías de conducción alimentan a la planta El Placer, pero únicamente la principal figura en los mapas de vulnerabilidad. Se consideró que las diferentes líneas de conducción, situadas todas en los flancos del Pichincha y construidas en la misma época, presentan las mismas características de vulnerabilidad.

Dependencias

Globalmente, las plantas muestran una dependencia relativamente homogénea pero importante de elementos exteriores al sistema de abastecimiento de agua (mapa 6-3C), basada esencialmente en su imperativa necesidad de productos químicos y de energía eléctrica para funcionar. Todas dependen igualmente de sistemas de telecomunicación y estos son a veces sofisticados, como es el caso de las plantas modernas de Bellavista y El Troje[12]. Aunque ubicadas en el mismo nivel de vulnerabilidad que las anteriores, Puengasí y El Placer presentan una dependencia menor de los sistemas de telecomunicación pero comparable en el caso de las demás variables definidas. Todas muestran una vulnerabilidad de dependencia claramente mayor a la de los demás elementos esenciales, con la notable excepción de la línea de conducción Papallacta/Bellavista que se caracteriza por una importante dependencia de sistemas complejos de telecomunicación (como la línea La Mica/El Troje) y, a diferencia de las otras, de la energía eléctrica, debido a la existencia de estaciones de bombeo que permiten enviar el agua hasta Bellavista. Los tanques, y más aún las líneas de distribución, dependientes únicamente de comunicaciones por radio, presentan un grado de dependencia bajo a muy bajo.

Capacidad de control

La capacidad de control es globalmente de buena calidad en el caso de los elementos puntuales (mapa 6-3D). Los sistemas de comunicación eficientes pero complejos de las plantas Bellavista y El Troje, que constituían un inconveniente en términos de dependencia, se convierten aquí en ventajas. La situación, ligeramente mejor, de la planta Puengasí, se explica ante todo por una mejor accesibilidad mientras que la vulnerabilidad más marcada de dos tanques (Carolina medio y Bellavista medio) está vinculada a la ausencia de personal permanente en el lugar y de televigilancia. Se observará sobre todo que la capacidad de control y de intervención en las líneas de distribución y en dos líneas de conducción (El Placer y Pita/Puengasí) es particularmente limitada debido a la dificultad de acceso, la falta de televigilancia o de personal calificado permanente[13].

---

[12] Bellavista dispone de un sistema de vigilancia interna de la planta y de un centro de vigilancia y telecomando de las líneas de conducción. El Troje cuenta no solo con un sistema automático de vigilancia y de alarma del funcionamiento de la planta sino también con medios de telecontrol (por ejemplo, el cierre de una válvula a distancia).

[13] Sin embargo, esta elevada vulnerabilidad global traduce situaciones diferentes. Los problemas de accesibilidad terrestre atañen sobre todo a las líneas de conducción, en especial a aquellas que alimentan a la planta El Placer. La accesibilidad directa a los elementos se dificulta cuando estos están enterrados, lo que es el caso de las líneas de distribución y parcialmente de las de conducción. Hace falta personal calificado permanente y televigilancia a lo largo de las líneas de distribución, aunque también de las de conducción que atienden a las plantas Puengasí y El Placer.

Tal capacidad es sensiblemente mayor en las líneas Papallacta/Bellavista y La Mica/El Troje gracias a los medios de televigilancia y de telecontrol, y a la existencia de personal calificado presente en ciertos puntos a lo largo de las líneas (uno solo en el caso de la segunda, varios en el de la primera).

Preparación para crisis

La preparación para crisis se revela indispensable en un contexto de exposición globalmente elevada a las amenazas y de existencia de otras formas de vulnerabilidad. Ahora bien, esta preparación está lejos de ser óptima en el caso de las líneas de distribución, las líneas de conducción y los tanques (mapa 6-3E) que, de manera general, no disponen de un plan de emergencia específico y no han sido objeto de simulacros[14]. Comparativamente, las plantas están mejor preparadas y presentan un nivel similar en ese aspecto, puesto que todas disponen de un plan de contingencia[15], realizan simulacros[16] y tienen personal preparado. Además, la autonomía en energía eléctrica, salvo en el caso de la planta El Placer, puede considerarse satisfactoria, al igual que la comunicación de emergencia tanto en el plano del procedimiento (saber a quién contactar) como en el de los medios técnicos.

Alternativas de funcionamiento

Las alternativas de funcionamiento constituyen otro medio de compensar los diferentes puntos débiles observados en los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua. Sobre este aspecto, el mapa 6-3F y el cuadro 6-3 presentan situaciones muy contrastadas tanto para el conjunto de elementos esenciales como para cada uno de sus tipos. La ausencia total de alternativas corresponde a la línea de conducción Pita/Puengasí y a la línea de distribución que permite transportar el agua desde la planta Bellavista hasta el tanque Carolina medio. Las alternativas son limitadas en muchos casos, en especial en el de la línea de conducción La Mica/El Troje, el de la planta El Troje, el del tanque Alpahuasi alto y el de la línea de distribución que conecta la planta Puengasí con la de El Placer. Las alternativas de funcionamiento son a veces numerosas, lo que permite limitar los efectos que generaría un daño. Es el caso en particular de las líneas de con-

14 Se identificaron otras debilidades particulares como la insuficiente autonomía en relación con la energía eléctrica de la línea de conducción Papallacta/Bellavista, la falta de experiencia en manejo de crisis en el caso de ciertas líneas de distribución o la dificultad de comunicación de urgencia, en especial con los organismos de auxilio (esto atañe particularmente al tanque Bellavista medio y a las líneas de distribución).

15 Se trata de planes generales de manejo de crisis. Únicamente la planta El Placer cuenta con un plan específico.

16 Sin embargo, el alcance de los simulacros es limitado: en las plantas Bellavista, Puengasí y El Troje se realizó un simulacro frente a una erupción del Pichincha. En cuanto a la planta El Placer, se realiza un simulacro anual para el caso de incendios.

Cuadro 6-3: Alternativas de funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua del DMQ

	ALTERNATIVAS DE FUNCIONAMIENTO	Valor
Línea de captación Papallacta	Tiene dos alternativas, ya sea por el sistema de bombeo (1a etapa) o por el sistema de optimización de Papallacta (2a etapa) y ambos tienen diferentes fuentes. Presenta más alternativas que La Mica y el punto de unión de los sistemas está más cerca de Quito.	3
Línea de captación Puengasí	No presenta alternativas	5
Línea de captación Mica Quito Sur	En caso de fallar esta línea, El Troje no podría ser abastecido por otras fuentes. Se podría considerar una alimentación desde Puengasí pero con bombeo. Alternativas muy aguas arriba.	4
Líneas que alimentan a El Placer	Tres líneas de entrada + Puengasí	1
Planta Bellavista	Varios tanques de gran capacidad pueden abastecer por un tiempo a los sectores atendidos por esta planta. Además puede tener el apoyo de la planta Puengasí, a través de la línea Puengasí-tanque Bellavista medio, que es confiable en cuanto a la calidad del agua y a la facilidad de transporte del recurso.	1
Planta Puengasí	Varios tanques de gran capacidad pueden abastecer por un tiempo a los sectores atendidos por esta planta. La planta El Placer y el pozo Sena podrían abastecer al tanque Alpahuasi alto, pero la planta Bellavista no podría abastecer fácilmente a los sectores atendidos por Puengasí (en particular en caso de insuficiencia de los reservorios de Puengasí que reciben el agua proveniente de Bellavista y porque la línea Bellavista-Puengasí no se encuentra funcionando habitualmente).	2
Planta El Troje	Las únicas alternativas provienen de los tanques del suroccidente conectados con esta planta, que no puede contar con el apoyo de otras plantas.	4
Planta El Placer	Podría ser suplantada solo en parte por algunas plantas del Suroccidente. La línea que proviene de Puengasí no podría apoyar si esta planta está totalmente fuera de servicio (incluyendo el tanque de reserva de agua tratada). Otra alternativa es el agua que se podría recoger de vertientes, pero no sería potable.	3
Tanque Carolina medio	Presenta dos celdas de almacenamiento de agua. En caso de fallar una la otra podría seguir abasteciendo. Si falla todo el tanque, el agua podría llegar a Carolina alto por bombeo directamente de la línea 165 y cubrir gran parte de su zona de influencia (pese a que se trata de una zona extensa). Sin embargo, por diferencia de capacidad, podría haber problemas de caudales de distribución.	2
Tanque Bellavista medio	Presenta dos celdas de funcionamiento, y en caso de fallar ambas el agua podría ser distribuida directamente por líneas de distribución de la planta Bellavista hacia otros tanques como Bellavista bajo. Además su zona de influencia es poco extensa.	1
Tanque Alpahuasi alto	Presenta dos celdas de almacenamiento. Si fallara todo el tanque habría problemas de abastecimiento del extenso sector consolidado del sur (alternativas limitadas en cuanto a redistribución por parte de otros tanques y de líneas de distribución que no pueden cubrir todo el sector)	4
Línea 165	Su función es transportar el agua desde Bellavista hasta el tanque Carolina medio. Es una línea única de gran capacidad y no podría ser reemplazada. No hay pues alternativas.	5
Línea 164[a]	Su función es transportar el agua desde Puengasí hasta el tanque Bellavista medio. Si fallara, este podría ser abastecido por la planta Bellavista. Hay pues una alternativa.	2
Línea 77	Su función es transportar el agua cruda desde Puengasí hasta la planta El Placer. Si fallara no habría posibilidad de llevar agua cruda desde Puengasí, pero la planta El Placer podría tener agua aunque en menor cantidad.	4
Línea 19	Su función es transportar el agua tratada desde la planta Puengasí hasta el tanque Alpahuasi alto (pasando por Chiriyacu alto). Si fallara, el pozo del Sena podría abastecer al tanque Alpahuasi alto. Hay entonces una alternativa.	2

Alternativas
5 = Ninguna
4 = Muy limitadas
3 = Parciales
2 = Por lo menos una buena
1 = Varias

Fuente:
Investigación IRD en colaboración con ingenieros y técnicos de la EMAAP-Q

ducción que alimentan a la planta El Placer, de la planta Bellavista y del tanque Bellavista medio.

Síntesis

El análisis anterior destaca tres formas de vulnerabilidad de la red de agua que se pueden considerar como las más marcadas. La primera es imputable a la limitada capacidad de control en las líneas. Esta cuestión es tanto más importante cuanto que, en los sistemas complejos (como el de Bellavista), cada falla, incluso mínima, puede conllevar, por efecto en cadena, una infinita variedad de consecuencias, algunas de ellas sumamente graves. De ahí el papel crucial del control y de la televigilancia[17]. En segunda instancia viene la cuestión de la exposición a las amenazas que también atañe esencialmente a la líneas, siendo lo más preocupante la situación de las de conducción. En tercer lugar está el problema planteado por las alternativas de funcionamiento que globalmente son insuficientes, sobre todo en el caso de las líneas, aunque también en el de ciertos elementos puntuales. Comparativamente, la vulnerabilidad intrínseca y el nivel de preparación para crisis presentan, en conjunto, menos debilidades, incluso si la situación está lejos de ser óptima. En cuanto a la dependencia de elementos exteriores, la situación es muy contrastada y constituye un problema esencialmente en el caso de la conducción de Bellavista y de las plantas.

La síntesis de los diferentes tipos de vulnerabilidad para los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua, presentada en el mapa 6-5[18] muestra que si bien las plantas y los tanques son relativamente poco vulnerables (con matices, sin embargo, pues tres de las cuatro plantas alcanzan el nivel 3 de vulnerabilidad), las líneas de conducción y de distribución en cambio son particularmente vulnerables. Esta situación global se comprende fácilmente en la medida en que es más difícil garantizar la confiabilidad de conjunto en las líneas que se extienden en decenas de kilómetros y que, aunque fuera solo por su longitud, son más susceptibles de exposición a las amenazas, más difíciles de controlar y manejar, que los elementos puntuales (plantas y tanques). Paralelamente, la vulnerabilidad de las líneas de distribución, en especial las que atraviesan la ciudad de Quito de este a oeste, se debe especialmente a las deficiencias en la capacidad de control (en este caso la dificultad de acceso a las tuberías enterradas, la falta de telecontrol y de personal) y a alternativas de funcionamiento limitadas. En lo que respecta a las líneas de captación, todas están expuestas y son susceptibles de daños, siendo lo más preocupante la situación de las líneas Pita y El Placer debido, en especial, a su antigüedad. La situación más inquietante es la de la línea que abastece a Puengasí.

---

17 Véase Dourlens y Vidal-Naquet, 1991.

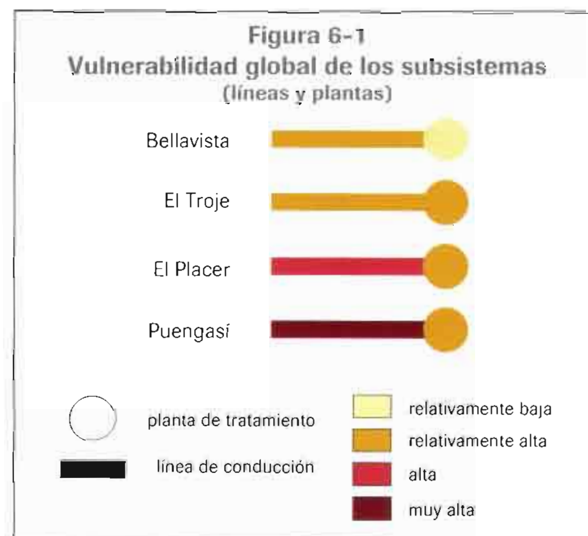
18 El método utilizado para elaborar este mapa de síntesis fue el mismo que se empleó para la vulnerabilidad del sistema eléctrico del DMQ (véase el capítulo correspondiente: 5).

3. La vulnerabilidad comparada de los subsistemas

La distribución del agua potable en el DMQ depende de cuatro subsistemas principales, cada uno de los cuales presenta dos fases esenciales e interdependientes: la conducción y la planta de tratamiento. Los demás tipos de elementos esenciales considerados en el análisis (líneas de distribución y tanques) no atañen sino a ciertos sistemas. Ubicados aguas abajo en el proceso de producción del agua potable, tienen, además, una importancia menor. Por ello, el análisis va a concentrarse sobre todo en el binomio determinante vulnerabilidad de la planta/vulnerabilidad de su línea de abastecimiento.

La vulnerabilidad de los subsistemas apreciada por el cúmulo de vulnerabilidades de los diferentes elementos que lo componen refuerza las conclusiones del análisis anterior: los dos subsistemas menos vulnerables son los más modernos. Se trata, en ese orden, de Bellavista y El Troje. Los dos subsistemas más vulnerables son Puengasí y El Placer (véase la figura 6-1).

Figura 6-1
Vulnerabilidad global de los subsistemas
(líneas y plantas)



Subsistema Puengasí

El subsistema Puengasí, que es el más importante del DMQ desde el punto de vista funcional[19] (en especial porque desempeña un papel no despreciable en el abastecimiento del sector de Bellavista), es también globalmente el que presenta la mayor vulnerabilidad (mapa 6-6). En efecto, aguas arriba, a nivel de la captación, los recursos hídricos pueden sufrir variaciones estacionales. Luego, la línea de conducción presenta una elevada vulnerabilidad intrínseca debido a que parte de ella pasa por un canal abierto y a la vetustez de algunos de sus componentes (válvulas). Paralelamente, la línea está muy expuesta a las amenazas, especialmente por la inestabilidad de los suelos y los potenciales lahares del Cotopaxi. Además, esta no dispone de alternativa alguna y sufre de la ausencia de personal calificado permanente. La capacidad de control es igualmente

[19] Y ello aunque la capacidad de tratamiento de la planta Bellavista es superior (véase D'Ercole y Metzger, 2002, p. 79-91).

limitada debido a la ausencia de televigilancia y a un difícil acceso, y la preparación para crisis, comparable a la de las demás líneas de conducción es, al parecer, poco eficiente. En definitiva, el único punto positivo de esta línea es su poca dependencia de elementos exteriores.

Se tiene pues un verdadero problema de vulnerabilidad de la conducción del subsistema Pita que, además, llega a una planta que presenta una vulnerabilidad más bien elevada por su dependencia de elementos exteriores y sus debilidades intrínsecas (antigüedad de las instalaciones, insuficiencia de mantenimiento, fragilidad del tanque de reserva en terrocemento y de las válvulas de clorogás). En conclusión, el binomio conducción/planta del subsistema Pita/Puengasí es entonces muy vulnerable y la alternativa que ofrece la línea que permite a Puengasí tratar agua cruda proveniente del subsistema Bellavista es una seguridad necesaria[20].

Subsistema El Placer

El subsistema El Placer presenta características bastante comparables con las del subsistema Puengasí: una vulnerabilidad importante de la conducción y relativamente fuerte de la planta. Las debilidades corresponden a una elevada vulnerabilidad intrínseca, debida en particular a la antigüedad del subsistema, el más viejo de los cuatro analizados. Pero además, la línea de captación está gravemente expuesta a las amenazas de origen natural pues se sitúa en las laderas del Pichincha, sector sometido a todas las amenazas, salvo la inundación. Más expuesta que todas las demás, la planta El Placer es susceptible de daños. Por otro lado, si bien su antigüedad redunda en una menor dependencia tecnológica de elementos exteriores, la capacidad de control de la línea de conducción es problemática, por un lado porque las tuberías son de difícil acceso y no se dispone de personal permanente, y por otro, porque no existe sistema alguno de televigilancia que permitiría detectar rápidamente las fallas.

Subsistema La Mica

La primera vulnerabilidad del subsistema La Mica, centrado en la planta El Troje, proviene de la exposición a las amenazas de la línea de conducción. Globalmente la vulnerabilidad es relativamente elevada (nivel 3 en la escala), ligada a la exposición, a la dependencia de elementos exteriores y sobre todo a la inexistencia de alternativa de funcionamiento, tanto de la conducción como de la planta. Si bien la dependencia de elementos exteriores es una vez más imputable a la modernidad del subsistema y por tanto a la importancia de las telecomunicaciones para su funcionamiento, es la falta de alternativa lo que lo diferencia claramente del subsistema Bellavista.

[20] En esta línea que presenta una vulnerabilidad mediana, el agua circula en el sentido Puengasí-Bellavista, pero existe la posibilidad de lo inverso.

Subsistema Bellavista

El subsistema Bellavista cuenta con seis elementos esenciales y es el que globalmente presenta la menor vulnerabilidad. Las debilidades identificadas se encuentran en los dos extremos del proceso de abastecimiento de agua, por una parte completamente aguas arriba a nivel de la conducción y, por otra, en las líneas de distribución. Globalmente, la vulnerabilidad intrínseca es baja, pues se trata de un sistema relativamente nuevo. La primera vulnerabilidad proviene de la exposición a amenazas de la tubería de conducción que, en especial, atraviesa zonas expuestas a los lahares del Cotopaxi. En la medida en que se trata de la fase que va a condicionar el resto del funcionamiento del sistema, es probablemente la vulnerabilidad cuya reducción es más urgente. Sin embargo, la reciente experiencia de la contaminación de la laguna de Papallacta mostró que el subsistema Bellavista está en capacidad, en especial gracias a sus alternativas de funcionamiento, de enfrentar una grave situación de crisis a nivel de la captación. Un factor notable de vulnerabilidad es la dependencia de elementos exteriores en la parte aguas arriba del abastecimiento, es decir la fase conducción/planta. En efecto, contrariamente a los otros subsistemas, la llegada del agua no se hace por gravedad sino por bombeo, lo que crea una dependencia de la conducción en relación con la energía eléctrica. Además, la televigilancia y el telecomando de las operaciones implican una marcada dependencia (tanto para el transporte del agua cruda como en la planta) de sistemas complejos de telecomunicación. Esta dependencia, consecuencia de la modernidad, está compensada por una buena capacidad de control.

4. La vulnerabilidad de los espacios en relación con el abastecimiento de agua

Más allá de la vulnerabilidad comparada de los subsistemas de abastecimiento, es necesario analizar ahora sus consecuencias a nivel territorial. En los sectores geográficos que dependen de un subsistema vulnerable de abastecimiento de agua, ¿cuáles son los elementos esenciales y hasta qué punto son dependientes del agua para funcionar? Desde ya es importante subrayar que las dos plantas más vulnerables, Puengasí y El Placer, son también las que abastecen al centro de la ciudad, lugar donde se concentra una gran proporción de los elementos esenciales del funcionamiento del Distrito. De las 1.958 mallas del Distrito que presentan al menos un elemento esencial, 404 (es decir cerca del 21%) se ubican en la zona de influencia de las dos plantas (mapa 6-7).

El Placer, la más pequeña de la plantas identificadas como elemento esencial, desempeña un papel mucho menor que Puengasí. Por ello el análisis se centrará en la identificación de los elementos esenciales dependientes del agua en la zona abastecida por Puengasí, y particularmente en todo lo que atañe a la población y a sus necesidades inmediatas.

La zona atendida exclusivamente por Puengasí es un espacio muy densamente poblado (mapa 6-8). Se cuentan alrededor de 570.000 personas (es decir del

orden del 30% de la población del Distrito) que dependen ampliamente de la red de la EMAAP-Q, como la mayor parte de la zona urbana del DMQ (véase el mapa 6-1). El no funcionamiento de Puengasí[21], tendría entonces graves consecuencias en el abastecimiento de agua a la población, a las escuelas y a los centros de atención médica que se encuentran en ese sector. Se debe insistir en particular en la ubicación de numerosos colegios de gran tamaño en el sector, así como de algunas universidades: 30% de los establecimientos escolares del DMQ que representan aproximadamente el 38% de los estudiantes (mapa 6-9). Se encuentran igualmente allí 63 establecimientos de salud que reúnen 707 camas, es decir cerca del 16% del total del DMQ (mapa 6-10), entre ellos 4 hospitales identificados como elementos esenciales del funcionamiento del sistema de atención médica en el Distrito Metropolitano (el hospital Eugenio Espejo, la Maternidad Isidro Ayora, el Patronato San José Sur y la Clínica La Villaflora). En el plano económico, el sector abastecido por Puengasí cuenta con 2.304 empresas, de un total de 18.117 cartografiadas en el DMQ (es decir el 12,7%), lo que está lejos de ser despreciable.

Todas estas cifras destacan el peso de la zona de influencia de la planta Puengasí al interior del DMQ así como la importancia de sus necesidades de agua. Sería muy difícil satisfacer estas últimas en caso de deficiencia de un elemento esencial del sistema Pita-Puengasí que, como se sabe, es particularmente vulnerable[22].

Conclusión

Para concluir, el análisis detallado de lo que constituye los puntos críticos del abastecimiento de agua del DMQ ofrece la posibilidad de intervenir puntualmente en la vulnerabilidad de los elementos esenciales, mejorando la capacidad de control de ciertas líneas o resolviendo causas de vulnerabilidad intrínseca de ciertas plantas[23]. Sin embargo, pensar globalmente la seguridad del abastecimiento de agua supone la implantación de una política más general de reducción de la vulnerabilidad que podría centrarse en las debilidades que presenta la conducción (en especial a través de la protección y el refuerzo de las tuberías que pueden ser atravesadas por los lahares del Cotopaxi[24]) y en el mejoramiento de las

[21] incluso si puede ser compensado en parte por Bellavista gracias a la línea que une a las dos plantas.

[22] Y ello pese a que existen pozos de reserva que pueden abastecer al tanque Alpahuasi alto.

[23] Por ejemplo, resolver los problemas de las válvulas de clorogás en Puengasí o en El Placer, vinculados a la antigüedad o a un mantenimiento insuficiente, o incluso reforzar el tanque de reserva de agua cruda de Puengasí.

[24] Con la noticia del incremento de la actividad del volcán Cotopaxi en 2003 y en vista de que los tres mayores sistemas de agua potable con los que cuenta la ciudad podrían ser afectados en caso de erupción, la EMAAP-Q está muy interesada en evaluar la vulnerabilidad de su sistema y en plantear las alternativas

posibilidades de utilización de los recursos hídricos locales (pequeños sistemas comunitarios[25], acuíferos), lo que ofrecería alternativas al funcionamiento de los sistemas existentes.

En efecto, el análisis de la vulnerabilidad y de sus diferentes formas, aplicado a los elementos esenciales del funcionamiento del suministro, valida una crítica de fondo a los grandes sistemas de abastecimiento de agua potable impulsados por el financiamiento internacional. Tales sistemas tienen una modalidad de producción del agua potable que se basa en dos grandes principios: producir grandes cantidades de agua y generar agua de muy buena calidad. La otra cara de la moneda es un costo extremadamente elevado y un abastecimiento doblemente vulnerable: para garantizar la cantidad, la longitud de las líneas de captación representa una primera vulnerabilidad, en especial en una zona muy expuesta a amenazas como el DMQ, e implica importantes exigencias en términos de vigilancia directa o a distancia; por otra, para asegurar la calidad, enormes cantidades de agua deben transitar por algunos puntos clave, las plantas, que presentan pocas o ninguna alternativa[26]. Los pequeños sistemas comunitarios de abastecimiento tienen características exactamente inversas: la cantidad y la calidad son ampliamente insuficientes[27], pero el recurso hídrico es local y el costo muy bajo. Están presentes principalmente en los barrios periféricos no atendidos por la EMAAP-Q. Tienen el mérito de existir y pueden constituir una alternativa para la red pública en caso de crisis. Por otro lado y en esta perspectiva, parece importante mantener en buen estado de funcionamiento el sistema de bombeo del acuífero, que permitió el abastecimiento del Norte de Quito hasta la entrada en servicio de Bellavista.

Finalmente, dada la importancia de la zona abastecida por el sistema Pita/Puengasí, parece más que pertinente dedicarse a disminuir su vulnerabilidad.

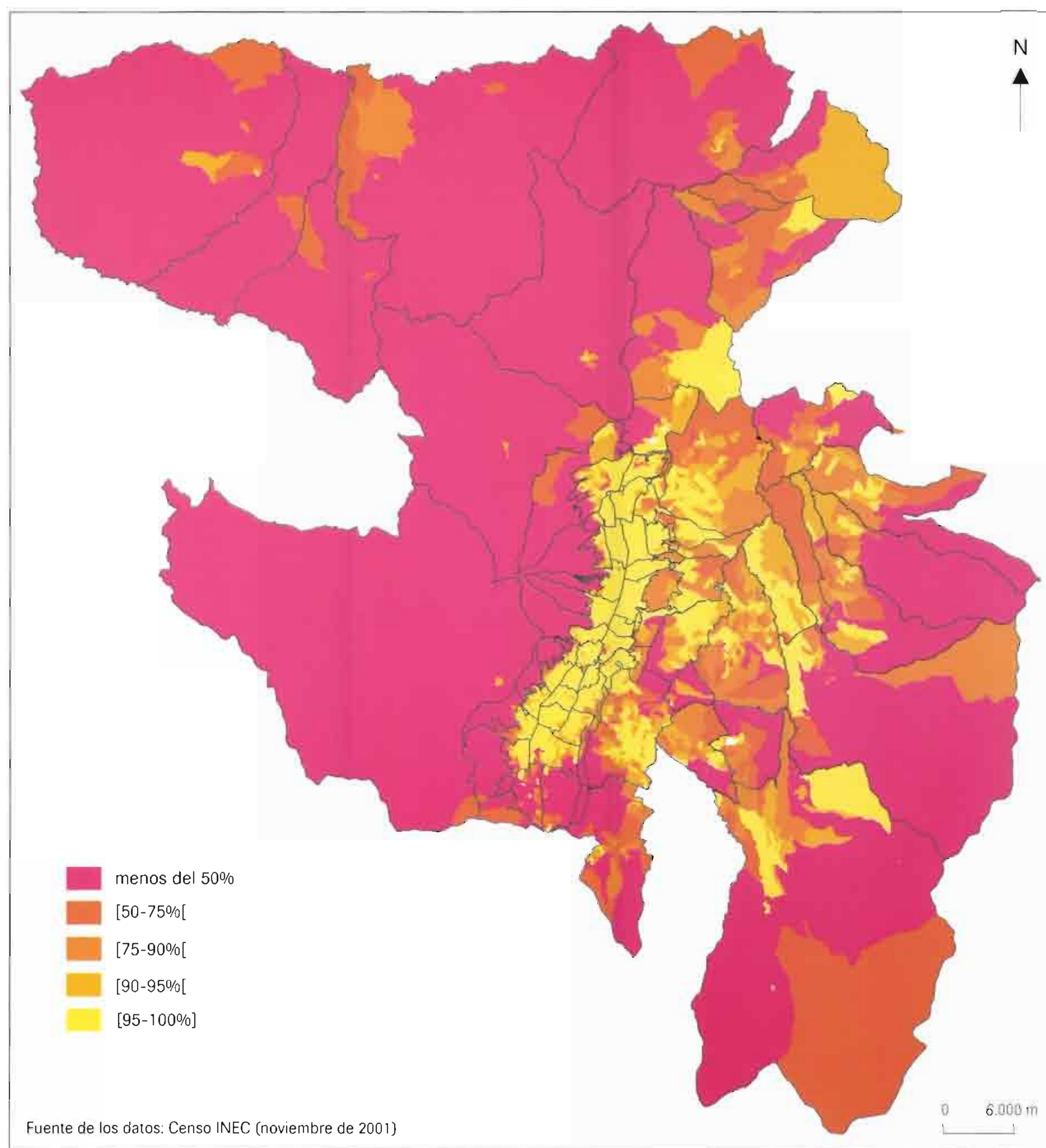
necesarias para garantizar el suministro de agua y la rehabilitación del servicio lo más rápidamente posible luego de la probable erupción. Para ello ha pedido al IG-EPN realizar un estudio de evaluación (en curso) y ya se ha reflexionado sobre las posibles alternativas entre las cuales se cuentan: cubrir la tubería enterrada con más hormigón, contar con los repuestos y equipos necesarios para reparar los daños producidos lo más rápidamente posible luego de la erupción, hacer adecuaciones en la red de agua para que una planta abastezca a la zona que le corresponde cubrir normalmente a otra planta, y utilizar provisionalmente tanqueros en las zonas donde se corte el suministro.

25 Véase Feuillette, Metzger y Le Goulven, 1998.

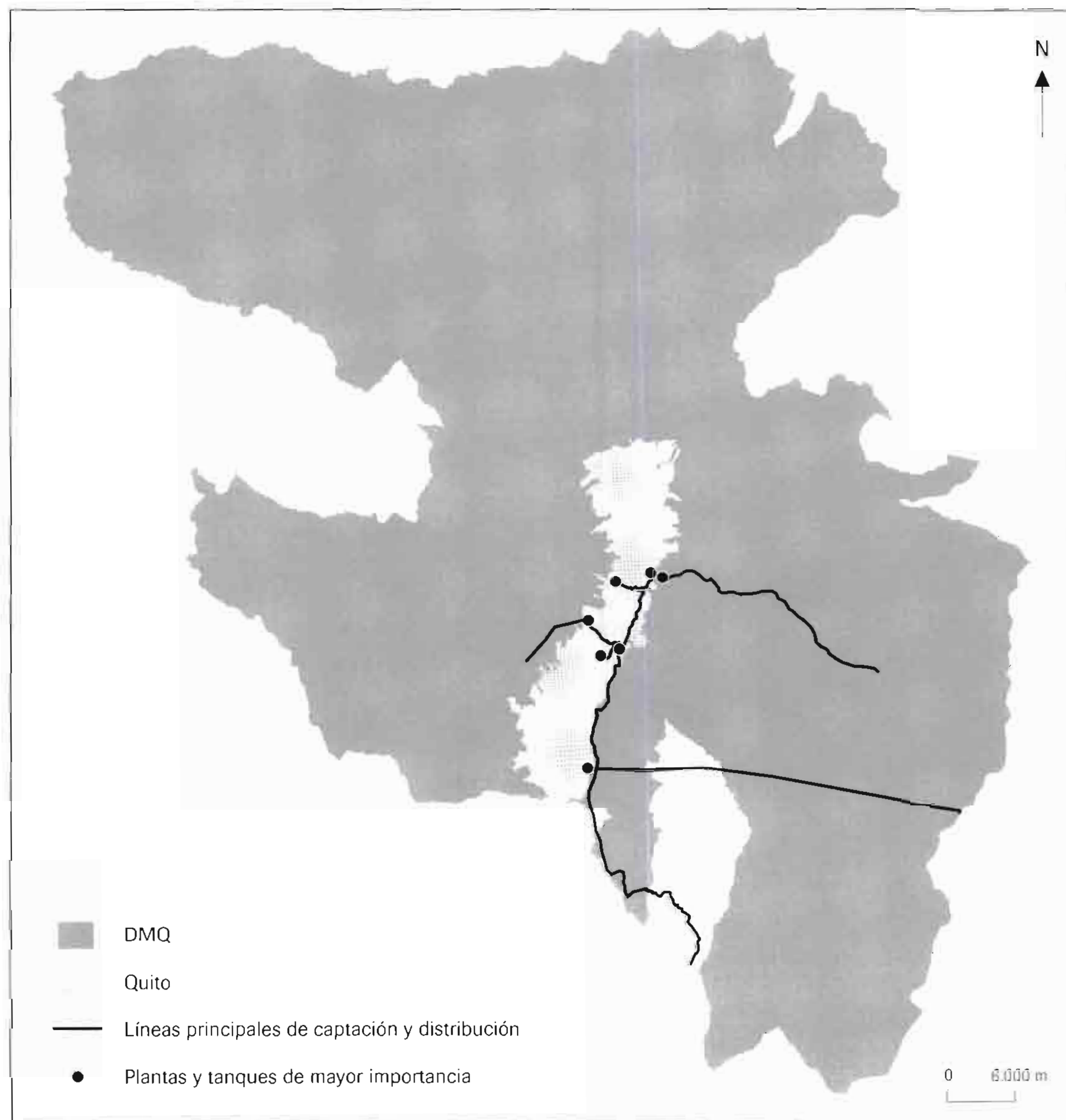
26 La reducción de la vulnerabilidad puede pensarse también en términos de funcionamiento parcial del sistema de abastecimiento, en especial a nivel de las plantas. En otras palabras, las plantas pueden continuar funcionando incluso si ya no están en capacidad de realizar el proceso completo de potabilización del agua.

27 Véase Feuillette, Metzger y Le Goulven, 1998.

Mapa 6-1: Porcentaje de viviendas del DMQ que utilizan la red pública de agua potable



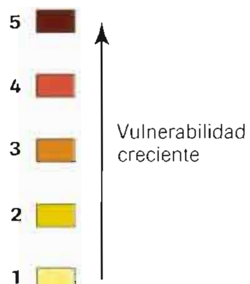
Mapa 6-2: Elementos esenciales del abastecimiento de agua del DMQ

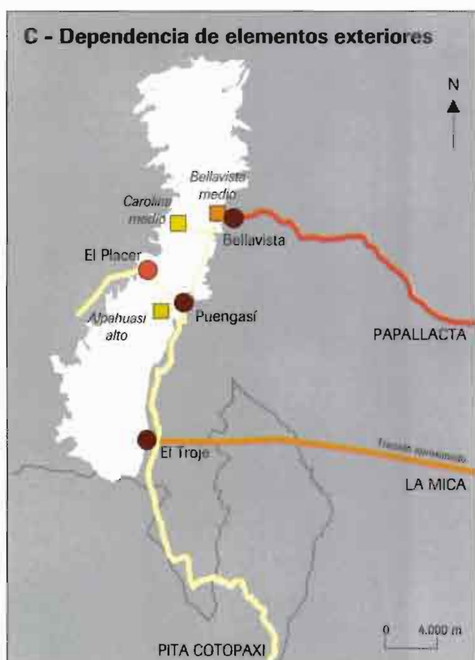


Mapa 6-3
Vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua del DMQ

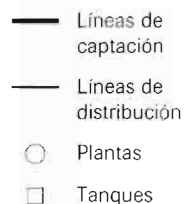






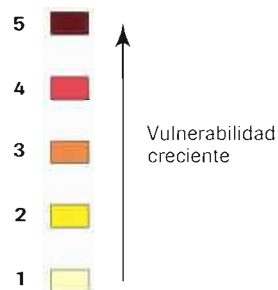




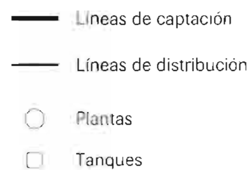


Mapa 6-3
Vulnerabilidad de los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua del DMQ
(continuación)

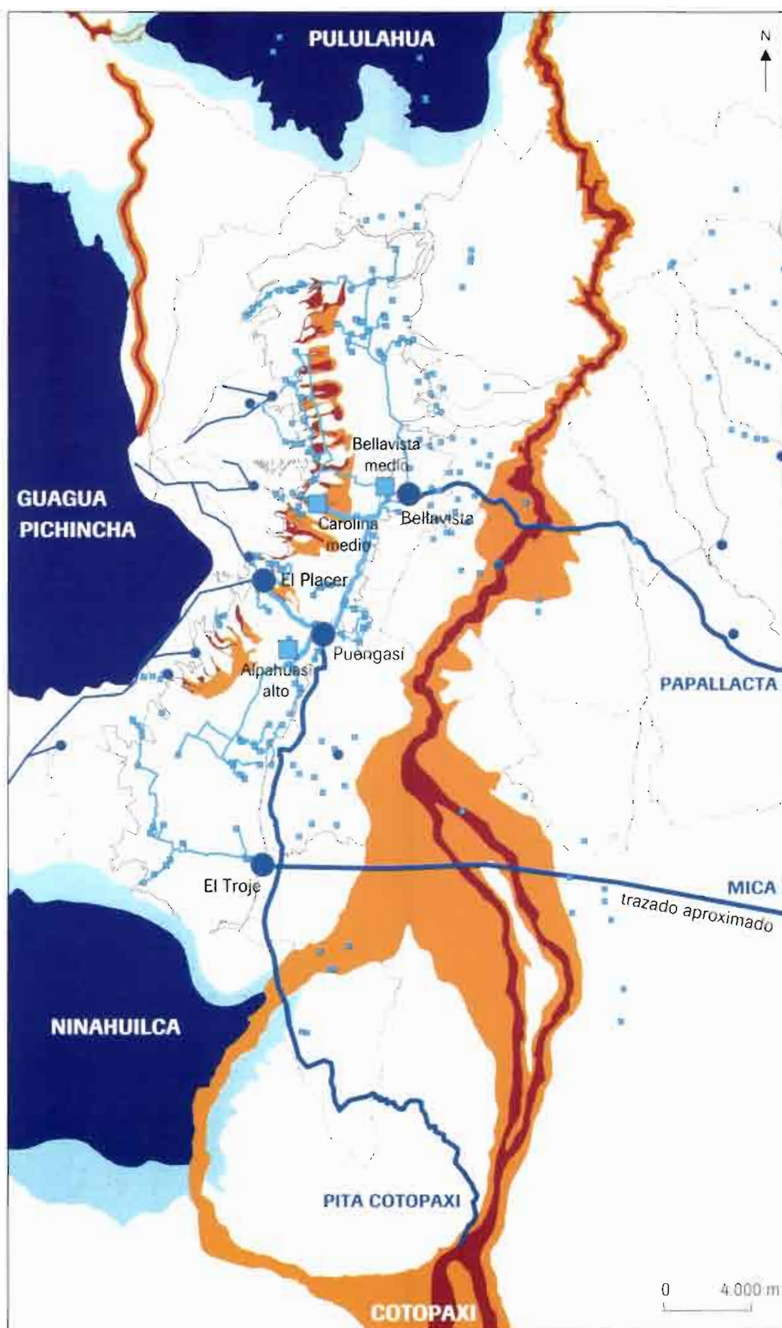








Mapa 6-4
El abastecimiento de agua del DMQ amenazado por los lahares potenciales de los volcanes Cotopaxi y Pichincha



ELEMENTOS ESENCIALES

Plantas de tratamiento
- principales
- otras

Red de captación
- líneas principales
- otras líneas

Red de distribución
- líneas principales
- otras líneas

Tanques
- principales
- otros

Fuente de los datos: EMAAP-Q (2000)

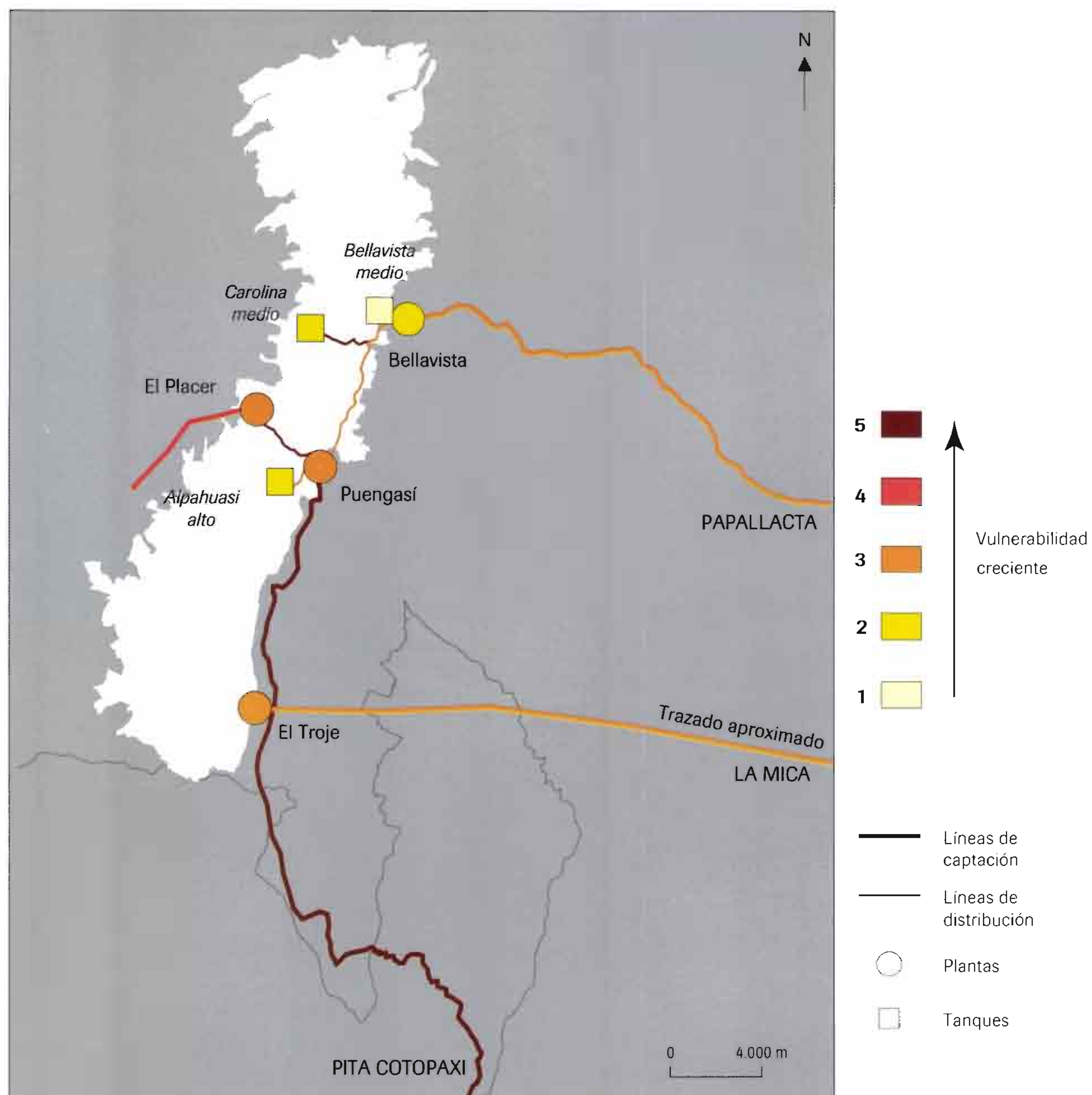
AMENAZAS VOLCÁNICAS

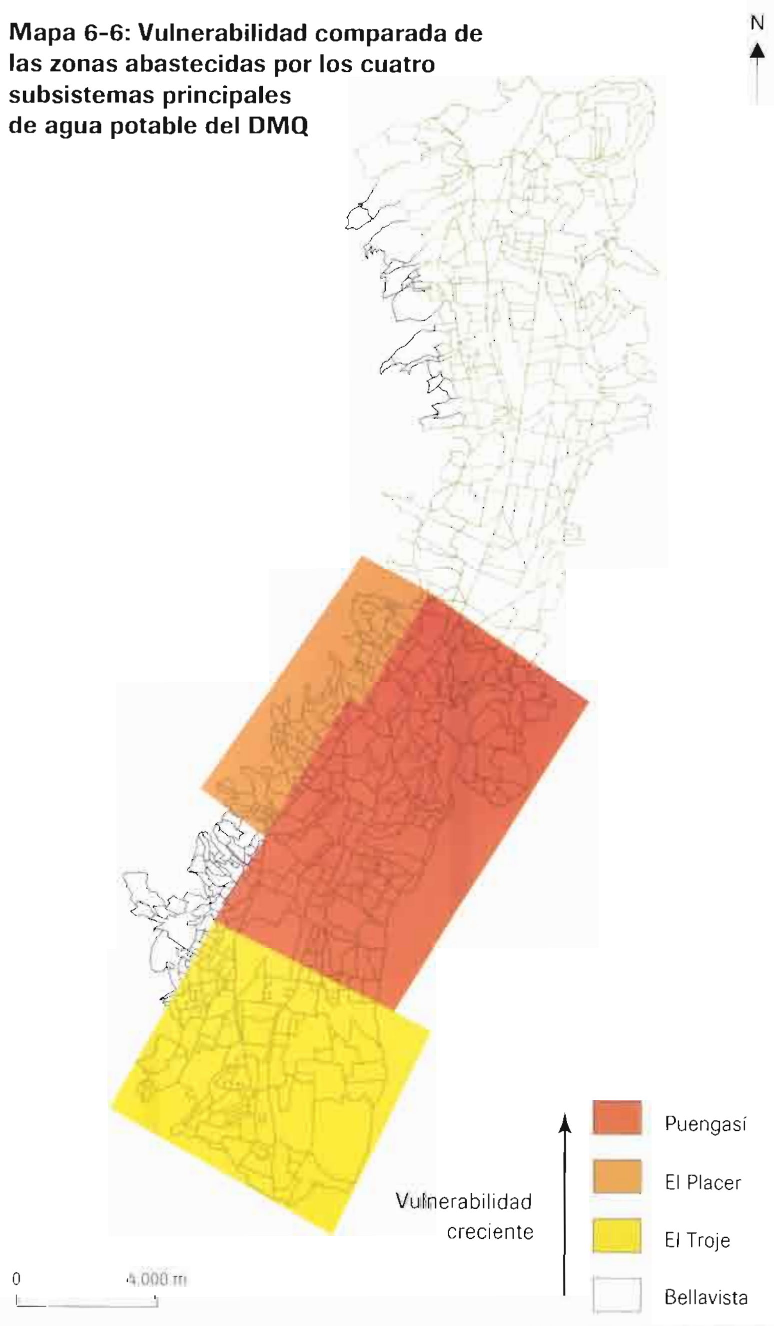
Flujos piroclásticos
- peligro mayor
- peligro menor

Lahares (flujos de lodo)
- peligro mayor
- peligro menor

Fuente de los datos: IG-EPN

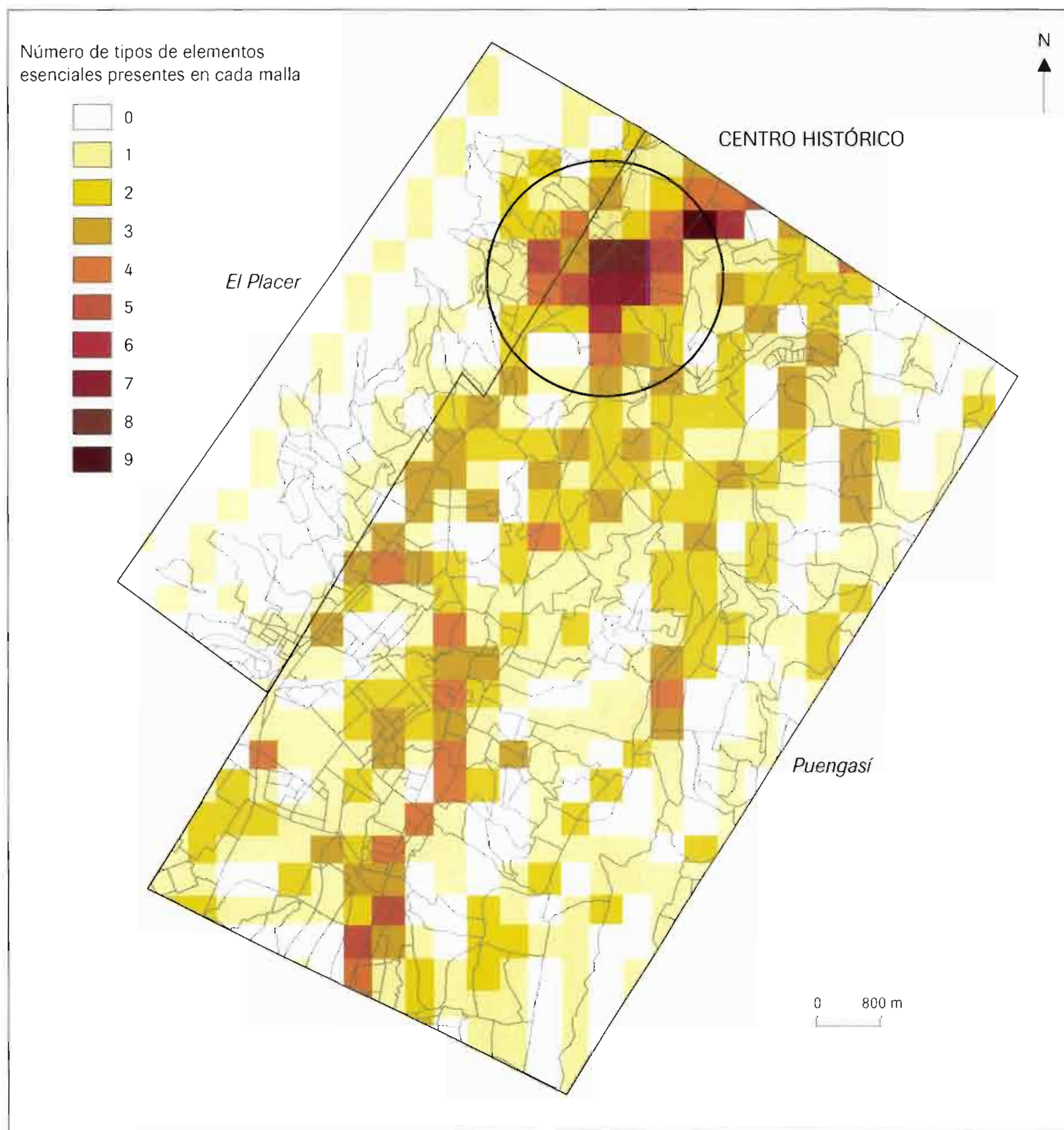
Mapa 6-5: Vulnerabilidad global de los elementos esenciales del sistema de abastecimiento de agua del DMQ

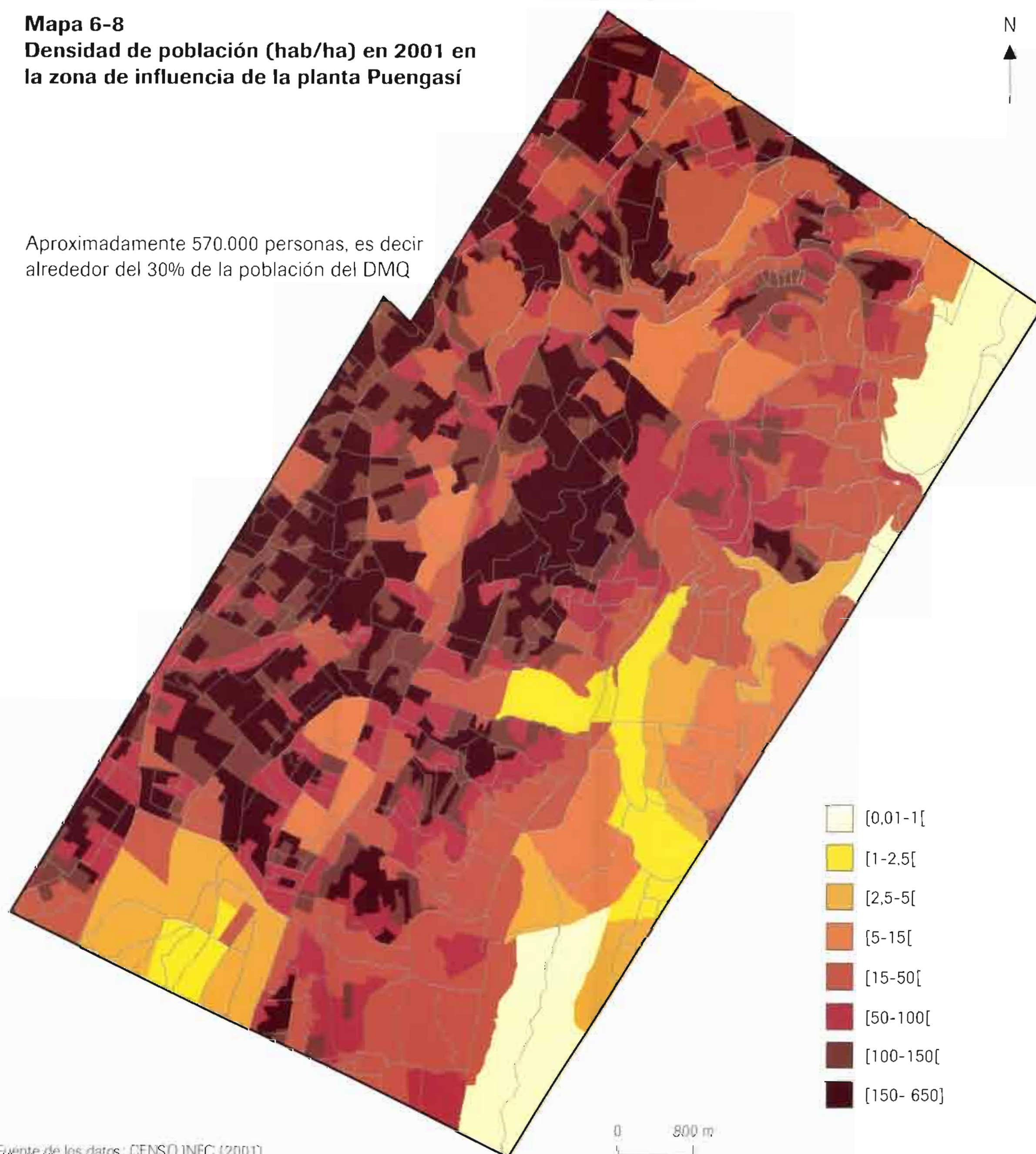




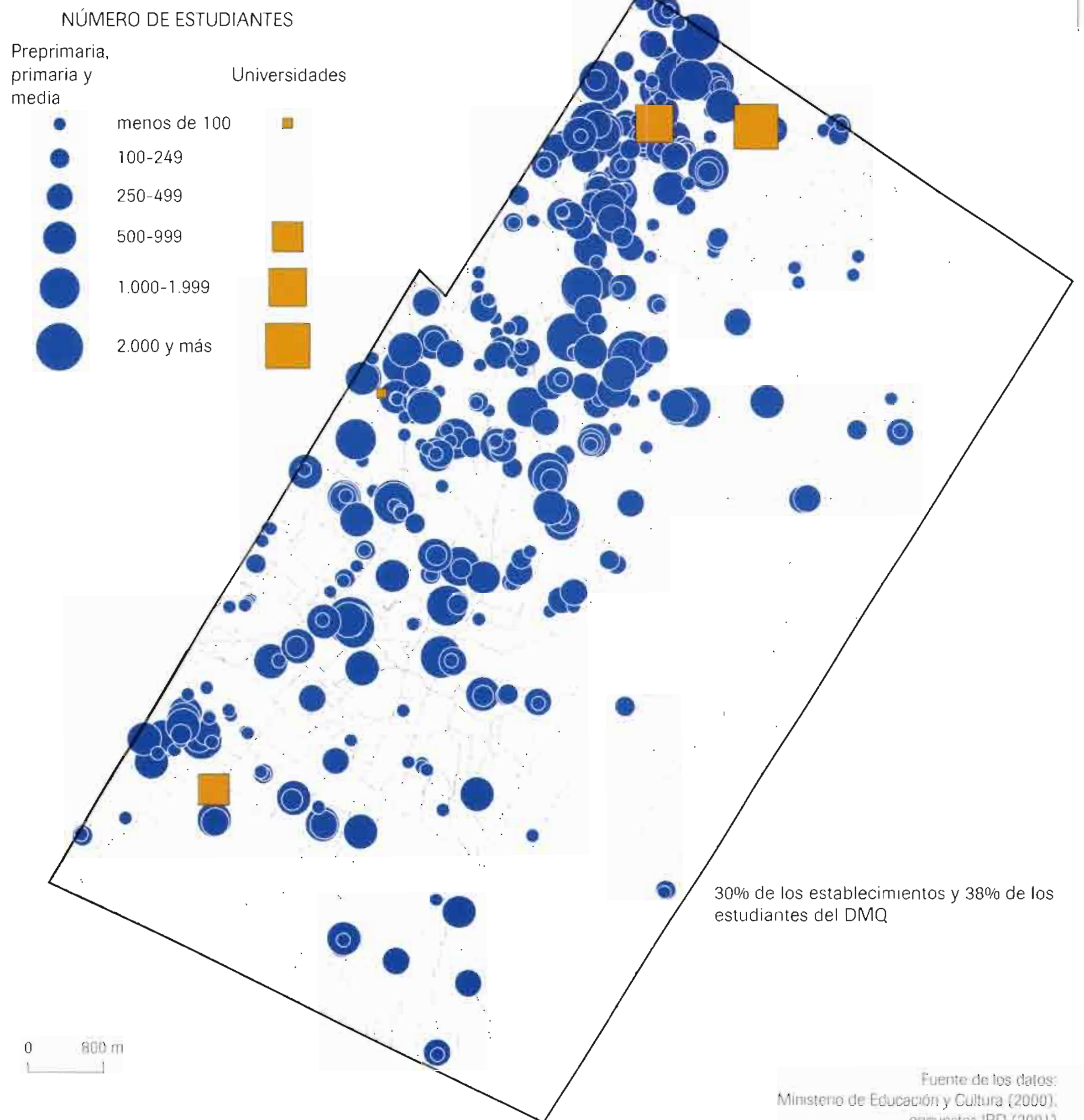
Mapa 6-6: Vulnerabilidad comparada de las zonas abastecidas por los cuatro subsistemas principales de agua potable del DMQ

Mapa 6-7: Elementos esenciales del funcionamiento del DMQ en las zonas de influencia de las plantas Puengasí y El Placer

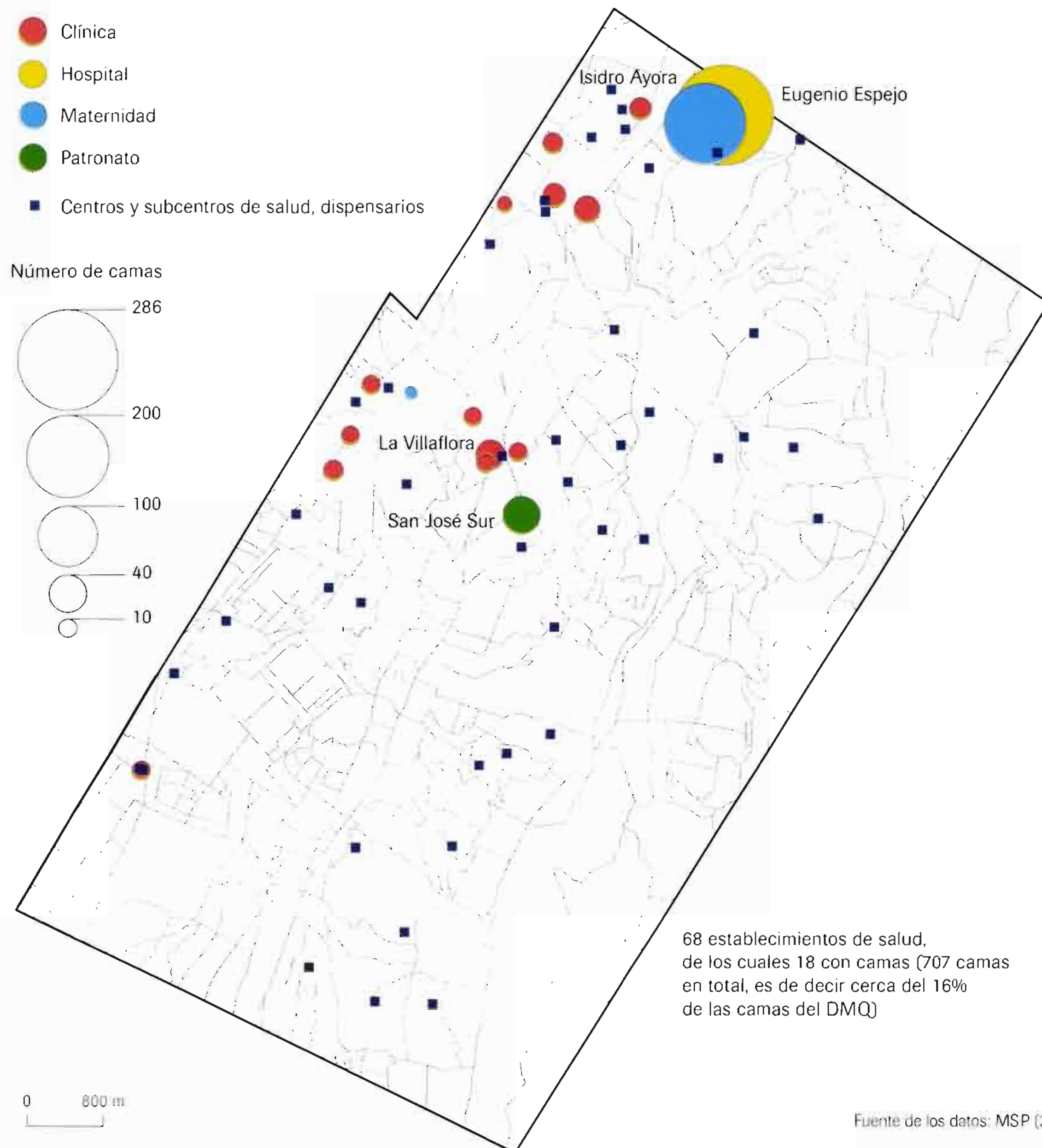



Mapa 6-8
Densidad de población (hab/ha) en 2001 en la zona de influencia de la planta Puengasí
N
Aproximadamente 570.000 personas, es decir alrededor del 30% de la población del DMQ
[0,01-1[
[1-2,5[
[2,5-5[
[5-15[
[15-50[
[50-100[
[100-150[
[150- 650]
0
800 m
Fuente de los datos: CENSO INEC (2001)

Mapa 6-9: Establecimientos educativos en la zona de influencia de la planta Puengasí



Fuente de los datos:
Ministerio de Educación y Cultura (2000),
encuestas IRD (2001)


Mapa 6-10: Establecimientos de salud en la zona de cobertura de la planta Puengasí
N
Clínica
Hospital
Maternidad
Patronato
Centros y subcentros de salud, dispensarios
Número de camas
286
200
100
40
10
Isidro Ayora
Eugenio Espejo
La Villaflora
San José Sur
68 establecimientos de salud,
de los cuales 18 con camas (707 camas
en total, es de decir cerca del 16%
de las camas del DMQ)
0
800 m
Fuente de los datos: MSP (2001)

CAPÍTULO 7

Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ

1. Introducción a la vulnerabilidad de la movilidad en el DMQ

No es preciso demostrar la importancia de la movilidad en el funcionamiento de los territorios y especialmente en el funcionamiento de un sistema urbano. La organización del espacio y su creciente especialización, la interdependencia de los lugares y la extensión de la urbanización, la repartición de las actividades y de los servicios, todas las características de la evolución de los territorios remiten a la necesidad imperiosa de los desplazamientos y al papel clave de la movilidad en el funcionamiento contemporáneo. En todas las grandes ciudades del mundo, las perturbaciones de la movilidad, sean pasajeras o duraderas, se deban a obras de mantenimiento, a movimientos sociales o a cualquier tipo de fenómeno de origen natural o antrópico, representan una seria perturbación del funcionamiento urbano, sobre todo cuando los elementos esenciales del funcionamiento de la movilidad se ven afectados. Quito no escapa a la norma y ejemplos de cierre de ejes viales o de túneles, de suspensión de los transportes colectivos o incluso el colapso de un puente, demuestran regularmente el carácter indispensable de la movilidad en el funcionamiento del DMQ y la vulnerabilidad de este último en lo que atañe a este campo. Mencionemos como ejemplo el cierre de uno de los principales accesos a la ciudad (la Vía Interoceánica) en mayo de 1998 debido a un derrumbe, y la destrucción del puente de acceso a la urbanización La Pampa al norte de Quito (Pomasqui) en diciembre de 2001 por una crecida del río Monjas.

El análisis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad[1], descifrando los mecanismos que construyen sus fragilidades y las consecuencias posibles de estas últimas en el territorio, puede proporcionar pistas con miras a hacer al sistema de desplazamientos, y por tanto al sistema urbano, menos vulnerables. En esta perspectiva, se pretende en este capítulo determinar los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ antes de examinar su vulnerabilidad, adoptando un método comparable al utilizado en el caso de la red de energía eléctrica o la de abastecimiento de agua. En fin, se desarrollará una reflexión sobre las consecuencias territoriales potenciales de la vulnerabilidad de esos elementos esenciales.

2. Los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ

La determinación de los elementos esenciales de la movilidad[2] se basó en un primer levantamiento de todas las infraestructuras que desempeñan un papel en los desplazamientos necesarios para el funcionamiento del Distrito Metropolitano. La segunda etapa consistió en jerarquizar tales elementos con el fin de considerar únicamente aquellos que desempeñan un papel fundamental. Son esos elementos esenciales los que serán objeto luego de un análisis de vulnerabilidad.

Dos categorías de elementos materiales son *a priori* necesarias para la movilidad: los ejes viales y las infraestructuras de transporte colectivo. Dado el objetivo de este trabajo, es decir permitir un análisis de la vulnerabilidad de esos elementos, y teniendo en cuenta sus especificidades técnicas para este tipo de análisis, los túneles y puentes[3] fueron inventariados por separado.

La determinación de los ejes viales esenciales se basó primeramente en la diferenciación de cuatro tipos de ejes según su papel en el funcionamiento del territorio metropolitano y de sus subespacios geográficos[4]. Se trata de las vías de acceso al DMQ (que permiten comunicar al Distrito con el resto del país), de los ejes centro-periferia (específicos ante todo por su papel en los desplazamientos entre la ciudad de Quito y el resto del Distrito), ejes urbanos (que permiten desplazarse al interior de la ciudad) y

[1] Este capítulo se apoya en la tesis de doctorado de F. Demoraes, investigación realizada en Quito, bajo la dirección de R. D'Ercole en el marco del programa «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» (véase Demoraes, 2004).

[2] Se afinó el análisis de los elementos esenciales de la movilidad presentado en *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, lo que explica que los resultados aquí presentados no sean idénticos.

[3] Lo que llamamos «puentes», de manera genérica, corresponde a obras que presentan una sección aérea, es decir dotadas de un vano (tablero) suspendido: puentes, viaductos, estructuras que permiten cruzar los pasos a desnivel, ramales suspendidos de los intercambiadores viales, etc.

[4] Véanse los detalles del método en Demoraes, 2004.

ejes del espacio central (que van a definir el acceso y la circulación en el espacio que registra la mayor cantidad de desplazamientos). Criterios a la vez cuantitativos y cualitativos adaptados a cada tipo de eje permitieron jerarquizar toda la red. Se trata de indicadores que dan cuenta esencialmente del volumen del tráfico automotor, de la importancia del eje para los transportes colectivos, del peso demográfico de los espacios periféricos (lo que remite a una estimación de las necesidades de desplazamiento) y de su papel en la comunicación entre los espacios teniendo en cuenta, en especial, la existencia de alternativas y su calidad (circulación más o menos fácil). Los túneles y obras de ingeniería situados en esos ejes esenciales, que permiten su interconexión o condicionan su funcionamiento, alcanzan también el rango de elementos esenciales. Aparte de los ejes, se consideraron como elementos esenciales ciertos nodos de la red vial y de la red de transporte colectivo. Corresponden a los lugares que a la vez registran los mayores movimientos de pasajeros y dinámicas de desplazamiento de primera importancia para el Distrito[5] (véase el mapa 7-1).

El resultado de esta jerarquización permitió llegar a la selección de 92 elementos esenciales para la movilidad en el DMQ, es decir 34 tramos viales[6], 3 túneles, 43 puentes y 7 infraestructuras para el transporte colectivo (véase mapa 7-2). Además de las vías principales de acceso al Distrito y los ejes centro-periferia, estos elementos esenciales presentan una fuerte concentración en el espacio central de Quito y particularmente entre el centro histórico al sur y la avenida Patria al norte.

3. Metodología de análisis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad

Como en el caso de los demás elementos esenciales, el análisis de la vulnerabilidad de los correspondientes a la movilidad se basa en una metodología específica que tiene en cuenta la particularidad de los elementos y que trata de evidenciar los seis tipos de vulnerabilidad definidos anteriormente.

Los criterios de análisis de la vulnerabilidad intrínseca adoptados se detallan en el cuadro 7-1. La vulnerabilidad debida a la dependencia de elementos exteriores se basa en una identificación de sus necesidades en relación con otros sistemas o redes, tales como las telecomunicaciones o la energía eléctrica, imprescindibles en ciertos ejes (para el funcionamiento de los semáforos tricolor o del trolebús), para los túneles (ventilación y alumbrado) y para los centros de transporte colectivo. En lo que se refiere a la vulnerabilidad por exposición a las amenazas y susceptibilidad de daños, se tomaron en cuenta los seis tipos de amenazas analizadas en el capítulo 3. Además, en el caso de la amenaza volcánica, se hizo

5 Por ejemplo, el intercambiador El Trébol es un lugar de conexión entre los autobuses provenientes del valle de Los Chillos y las líneas urbanas. Estas permiten llegar tanto al norte como al centro y sur de la ciudad.

6 delimitados en función de la existencia de grandes intersecciones y de características funcionales homogéneas.

Cuadro 7-1: Criterios de análisis de la vulnerabilidad intrínseca por tipo de elemento esencial

Tipos de elementos esenciales de la movilidad	Criterios de análisis de la vulnerabilidad intrínseca
Ejes	Estado del revestimiento
	Funcionalidad
	Pendiente máxima
	Sinuosidad
	Número de rellenos
	Número de viaductos, puentes y túneles
	Número de sistemas de semáforos tricolor
	Embotellamientos, contaminación, accidentes
	Fragilidad del transporte colectivo
	Transporte de combustibles
	Perturbaciones sociales
Túneles	Longitud
	Estado del revestimiento
	Calidad de la construcción
	Calidad del alumbrado
	Calidad de la ventilación
	Limpieza requerida
Puentes	Daño y desgaste aparente de la estructura
	Material de construcción utilizado
	Calidad parasísmica de la obra
	Tipo de subsuelo (relleno ...)
Centros de transporte	Daño y desgaste aparente de la estructura
	Inflamabilidad
	Calidad parasísmica de la obra
	Presencia de rellenos subyacentes

Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

una distinción entre aquella ligada a la caída de ceniza y las demás (lahares, flujos piroclásticos...). La caída de ceniza, como pudo observarse durante las erupciones de los volcanes Guagua Pichincha y El Reventador, afectan de manera particular a la movilidad.

La capacidad de control fue determinada partiendo del inventario de los medios de vigilancia (y por tanto de detección de problemas) y de las capacidades de intervención existentes en los diferentes ejes y lugares (telecontrol mediante cámara de video, personal asignado específicamente, accesibilidad...). La evaluación de la vulnerabilidad ligada a la existencia y la calidad de alternativas de funcionamiento se basó principalmente en un censo de los itinerarios alternativos, en la existencia de infraestructuras de repuesto y en la apreciación cualitativa de las perturbaciones en los demás elementos que conllevaría la pérdida de funcionalidad de un elemento esencial de la movilidad (por ejemplo, el impacto del cierre de un túnel en el eje mayor del que forma parte). Se apoya igualmente en la identificación de las alternativas en términos de abastecimiento de energía eléctrica para los elementos que dependen de ella. La preparación para crisis se apreció de manera cualitativa, con base en los diferentes criterios utilizados habitualmente para su análisis (existencia de planes de manejo de crisis, de personal capacitado, autonomía energética, práctica de simulacros...), a los que se agregaron otros adaptados a la especificidad de los elementos esenciales de la movilidad, como por ejemplo los planes de limpieza de los ejes (lo que fue experimentado durante las recientes crisis volcánicas)[7].

A partir de este trabajo analítico, se calculó para cada elemento esencial un indicador sintético de vulnerabilidad que va de 1 a 5[8]. El método empleado permite comparar los grados de vulnerabilidad de los diferentes tipos de elementos esenciales de la movilidad y elaborar la cartografía correspondiente.

4. Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad

Los ejes viales

Las diferentes formas de vulnerabilidad de los ejes viales, elementos esenciales de la movilidad en el DMQ, se presentan en los mapas 7-3A a 7-3F, que ponen en evidencia situaciones extremadamente contrastadas según el tipo de vulnerabilidad.

De una manera general, la vulnerabilidad intrínseca de los ejes es relativamente baja incluso si a menudo se alcanza el grado 3 (Panamericana Sur, Vía Interoceánica, autopista Rumiñahui y algunos

7 Véase el detalle de los criterios adoptados en Demoraes, 2004, p. 200-201.

8 1 = vulnerabilidad nula o muy baja; 2 = vulnerabilidad relativamente baja; 3 = vulnerabilidad relativamente elevada; 4 = vulnerabilidad elevada; 5 = vulnerabilidad muy elevada.

tramos situados en la ciudad de Quito). En cambio, si bien la vulnerabilidad debida a la dependencia de elementos exteriores sigue siendo baja en la casi totalidad de la red, presenta un valor muy elevado en el eje central. Eso se debe a la presencia en dicho eje del trolebús y de numerosos semáforos tricolor que requieren de energía eléctrica y también de un sistema de radio-comunicación. La vulnerabilidad ligada a la exposición y la susceptibilidad de daños frente a las amenazas es relativamente homogénea, presentando la mayoría de ejes una vulnerabilidad elevada a muy elevada, en especial en la ciudad de Quito donde coexisten numerosas amenazas de origen tanto natural como antrópico. El análisis de la capacidad de control pone en evidencia la fragilidad de los accesos a la ciudad y al Distrito, y particularmente la de los ejes Panamericana Norte y Sur y la autopista Rumiñahui. La causa principal es la ausencia de equipos de televigilancia. Esos mismos ejes muestran igualmente grados de vulnerabilidad más bien elevados en lo que respecta a las alternativas de funcionamiento y a la preparación para crisis. Así, en caso de accidente o de interrupción del tráfico, las perturbaciones pueden ser importantes y el tiempo de llegada de los auxilios relativamente largo.

La lectura cruzada de las vulnerabilidades permite así destacar las múltiples vulnerabilidades de ciertos ejes. Posibilita igualmente mostrar que ciertos tipos de vulnerabilidad desempeñan un papel de reequilibrio en relación con otros. Así, la vulnerabilidad muy elevada del eje del trolebús en términos de dependencia y de susceptibilidad de daños, y relativamente elevada en materia de vulnerabilidad intrínseca, es al menos parcialmente contrabalanceada por una capacidad satisfactoria de control y de intervención, una preparación adecuada para las crisis y la existencia de alternativas de funcionamiento. Dicho de otro modo, en caso de problema en este eje, existe una real capacidad de detectarlo y de atenuar sus impactos.

Los puentes

La vulnerabilidad de los puentes y otras obras de ingeniería vial que comprenden al menos una sección aérea, es muy heterogénea según la forma de vulnerabilidad analizada (mapas 7-4A a 7-4F). Es nula en términos de dependencia, pues los puentes no dependen para funcionar de ningún sistema en particular, pero su vulnerabilidad intrínseca es, en conjunto, muy elevada e identificable en especial por su estado aparente (desgaste, fisuras, calidad de los materiales, sismo-resistencia[9]) y los tipos de suelo sobre los que se encuentran (14 obras están situadas sobre rellenos que sin embargo en su mayoría ya son antiguos y están consolidados). Frente a las amenazas, la vulnerabilidad ligada a la exposición y la susceptibilidad de daños de esas obras es más bien baja, en todo caso muy inferior a la de los ejes viales y ello gracias a su limitada extensión

[9] Únicamente 2 obras de las 43 responden de manera satisfactoria a las normas de sismo-resistencia.

espacial[10]. Sin embargo, siendo elevada su vulnerabilidad intrínseca, la concreción de una amenaza, incluso de poca magnitud, podría acarrear daños importantes. Esta situación es preocupante en la medida en que, paralelamente, las alternativas viales, la capacidad de control y la preparación para situaciones de crisis son limitadas. En relación con estos tres criterios de análisis, únicamente la zona central presenta una situación satisfactoria.

Los túneles

De manera general, los tres túneles analizados se encuentran en un estado poco satisfactorio pero no por ello crítico. Muestran un grado moderado de vulnerabilidad intrínseca y de exposición a las amenazas, y la capacidad de control es más bien satisfactoria (mapas 7-5A a 7-5F). Afortunadamente se trata de túneles relativamente cortos (máximo 700 m), lo que influye en su exposición a las amenazas y facilita la capacidad de control. Sin embargo, los túneles San Roque y San Juan presentan un problema de permeabilidad, San Diego un problema de evacuación de aguas y los tres una ventilación deficiente. En términos de alternativas de funcionamiento y de preparación para crisis, el análisis muestra una vulnerabilidad muy elevada y elevada respectivamente. En efecto, por una parte, no existe realmente alternativa vial cercana y satisfactoria para reemplazar la travesía de los túneles: los demás itinerarios importantes que permiten conectar el norte y el sur de la ciudad están situados del otro lado y van por ejes ya saturados. Por otra parte, no existe una preparación específica para enfrentar una situación de crisis en los túneles, ni en las instancias municipales, ni al interior de la Policía o del Cuerpo de Bomberos[11].

Los centros de transporte colectivo

En lo que respecta a los elementos esenciales del transporte colectivo, el grado de vulnerabilidad más elevado es alcanzado por la exposición a las amenazas y la dependencia de elementos exteriores (mapas 7-5A a 7-5F). En efecto, estos dependen estrechamente de la energía eléctrica pero, paralelamente, disponen todos de generadores. En cambio, están muy expuestos a las amenazas y son susceptibles de daños. El terminal terrestre Cumandá está expuesto a todos los tipos de amenazas, salvo la ligada a la presencia de productos peligrosos. Por otro lado, la

10 Esta apreciación se basa en la consideración simultánea de varias amenazas. Pocos puentes están, en efecto, muy expuestos a varias amenazas y son susceptibles de daños. En cambio, varios de ellos soportan una o dos amenazas. Por ejemplo, 5 obras de 43 están fuertemente expuestas a los aluviones, 10 a los deslizamientos de terreno, 8 a las amenazas volcánicas (en especial flujos de lodo), 7 sufrirían importantes daños en caso de sismo severo, 2 se sitúan en las inmediaciones de establecimientos que almacenan productos peligrosos.

11 En el plan de contingencia elaborado cuando la crisis del volcán Pichincha, se contempló la posibilidad de cerrar los túneles por precaución, pero no se ofreció ningún itinerario alternativo señalizado.

preparación para crisis está lejos de ser óptima. En total, la vulnerabilidad es más bien elevada lo cual puede comprometer, en caso de crisis, el funcionamiento del transporte colectivo.

5. La vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad: síntesis

Se elaboró un grado sintético de vulnerabilidad acumulada de los elementos esenciales de la movilidad[12]. El resultado presentado en el mapa 7-6 muestra que los centros de transporte colectivo son menos vulnerables que los otros tipos de elementos esenciales de la movilidad. Las mayores vulnerabilidades (cuadro 7-2) corresponden a los ejes que permiten acceder a la ciudad de Quito, a 7 obras viales y a 2 túneles. La Panamericana Norte, la Panamericana Sur y el eje mayor que atraviesa el valle de Tumbaco son los ejes más vulnerables. Presentan un cúmulo de tipos de vulnerabilidad por exposición a las amenazas, una deficiente capacidad de control, alternativas viales a menudo limitadas y ausencia de preparación para el manejo de crisis. Ahora bien, se sabe que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento urbano, tanto para la movilidad de personas como para el abastecimiento alimentario y de combustibles. En esos mismos ejes, la mayoría de puentes presentan un grado de vulnerabilidad sintético elevado a muy elevado, lo que no hace sino reforzar la vulnerabilidad de esas vías esenciales de acceso. Los elementos esenciales de la movilidad situados en la ciudad de Quito son globalmente menos vulnerables que los ejes centro-periferia, pero se observará que varios ejes mayores alcanzan un elevado grado de vulnerabilidad (4) y que los túneles son particularmente vulnerables.

6. Enfoque territorial de las consecuencias de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad

Con el objetivo de apreciar las implicaciones territoriales de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad, se realizó un trabajo específico de análisis. En otras palabras, se trata de saber en qué medida la accesibilidad de los espacios del DMQ puede verse afectada por la pérdida de funcionalidad de los ejes más vulnerables. Se contemplaron varios escenarios que implican métodos diferentes[13] pero, en el marco de este libro, el análisis presentado se centra en la reducción de la

[12] Nos basamos en una ponderación de los valores parciales de vulnerabilidad, con el fin de destacar mejor las diferencias entre baja y elevada vulnerabilidad. Los valores adoptados por las 6 formas de vulnerabilidad van de 1 a 5 (1, 2, 3, 4, 5) y fueron ponderados mediante una progresión por el método de los cuadrados que va de 1 a 25 (1, 4, 9, 16, 25). Para elaborar la vulnerabilidad sintética de cada elemento esencial, se efectuó la suma de esos valores ponderados. El resultado fue luego discretizado en 5 clases que van de 1 (vulnerabilidad global nula o muy baja) a 5 (vulnerabilidad global muy elevada).

[13] Véase Demoraes, 2004.

Cuadro 7-2: Elementos esenciales de la movilidad más vulnerables
(grado 5 de vulnerabilidad sintética acumulada)

Denominación y localización del elemento	Tipo de elemento
Panamericana Norte	Tramo vial
Panamericana Sur	Tramo vial
Vía Interoceánica	Tramo vial
Vía a Tabacundo - Río Pisque	Puente
Panamericiana Norte - Río Guayllabamba	Puente
Vía Interoceánica - Río Machángara	Puente
Vía Interoceánica - Río San Pedro	Puente
Vía Interoceánica - Quebrada Auqui Chico	Puente
Vía Interoceánica - Río Chiche	Puente
Autopista Rumiñahui - Río San Pedro (San Rafael)	Puente
San Juan	Túnel
San Roque	Túnel

Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

accesibilidad de las 44 zonas delimitadas en el capítulo 2, que corresponden a «cuencas viales»[14]. Tal reducción de la accesibilidad se aprecia únicamente a través de la vulnerabilidad de su acceso inmediato desde las zonas circundantes.

Los ejes considerados vulnerables son los que acumulan altas vulnerabilidades (grados 4 y 5 en el mapa 7-6 de este capítulo) en la red vial misma y que

[14] Véase en especial el mapa 2-2 del capítulo dedicado a la accesibilidad de los espacios en el DMQ. Recordemos que lo que llamamos «cuencas viales», en la medida en que pueden de cierta manera compararse a las cuencas vertientes hidrográficas, corresponde a zonas delimitadas en función de la armazón de la red vial estructurante y principal, la que a su vez está dispuesta según la topografía y la hidrografía.

comprenden túneles o puentes muy vulnerables. Comprendidos desde esta lógica, los segmentos de la red vial más vulnerables son 5:

- la Panamericana Norte (acceso nororiental)
- la Vía Interoceánica (acceso oriental)
- la autopista Rumiñahui (acceso suroriental)
- la Panamericana Sur (acceso sur)
- el eje de los túneles (comunicación norte-sur)

La interrogante a la que se trata de dar respuesta es concretamente la siguiente: si los ejes mayores muy vulnerables que atienden a cada zona estuvieran cerrados, hipótesis plausible puesto que el análisis demuestra su muy elevada vulnerabilidad, ¿cuáles serían las consecuencias para cada zona? Para evaluar las posibilidades de reducción del acceso inmediato a cada zona, se adoptaron dos criterios:

- el número de accesos principales a la zona que pueden verse interrumpidos (por ser muy vulnerables) en relación con el número total de accesos principales;
- el número de vías secundarias que atienden a la zona (suponiendo que sigan siendo funcionales).

Se considera que, para cada zona, las posibilidades de reducción de la accesibilidad son tanto mayores cuanto menor es el número de accesos y mayor la vulnerabilidad de los mismos. Se determinaron 6 niveles de impacto posible de la vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en la accesibilidad de las zonas, que van desde una incidencia nula (valor 1) a una incidencia muy fuerte (valor 6).

Los resultados se presentan en el mapa 7-7 que muestra que el cierre de los tramos más vulnerables de la red vial no afectaría de manera homogénea al Distrito Metropolitano. Lógicamente, las 19 zonas que no son atravesadas por un elemento esencial de la movilidad no están incluidas; se trata de las zonas rurales ubicadas al oeste y al norte del DMQ. En las zonas urbanas y suburbanas orientales, en cambio, la incidencia de la falla de un elemento esencial de la movilidad está lejos de ser insignificante. De las 15 zonas en cuestión, 14 pueden experimentar una reducción al menos moderada de su accesibilidad. La incidencia muy fuerte del cierre de los ejes de comunicación significa que ciertas zonas podrían incluso encontrarse en una situación cercana al aislamiento. Es el caso en especial de aquellas que en el mapa 2-2 del capítulo 2 se llamaron B4 (cañón del río Guayllabamba – Oyacoto), C3 (Cumbayá – Lumbisí), C4 (Altos de Cumbayá – urbanización Miravalle) y F1 (Colinas del Pichincha – El Armero – San Juan – La Libertad). Por su parte, las zonas C2 (Tumbaco) y B3 (Guayllabamba) verían su accesibilidad sumamente reducida.

A partir de esas zonas difícil o muy difícilmente accesibles en caso de pérdida de funcionalidad de los ejes más vulnerables, se contemplaron dos tipos de análisis: por una parte, apreciar la vulnerabilidad de la población susceptible de aislamiento, y por otra, evaluar las consecuencias territoriales de tal tipo de

situación identificando los elementos esenciales de funcionamiento del Distrito existentes en esas zonas.

La vulnerabilidad de la población fue determinada según el grado de autonomía que caracteriza a la zona susceptible de aislamiento, habiéndose evaluado este último con base en cuatro tipos de datos: disponibilidad de agua (capacidad de los tanques y existencia de pozos); disponibilidad de alimentos (número de puntos de venta y de lugares de almacenamiento); presencia de capacidades médicas (número de centros de atención médica, número de camas de hospital); posibilidad de atención a los damnificados (número de ambulancias, de refugios)[15]. El resultado aparece en el mapa 7-8 que indica que las zonas de Miravalle, Oyacoto y San Juan/La Libertad son las más desprovistas de capacidades locales. Su población estaría entonces difícilmente en capacidad de afrontar una situación de crisis duradera.

Por su parte, el mapa 7-9 representa, en cada zona susceptible de aislamiento, o al menos muy difícilmente accesible, los elementos esenciales de funcionamiento del Distrito que allí se encuentran. El número relativamente elevado de elementos esenciales hace pensar que un aislamiento de estas zonas tendría un impacto importante a nivel de una parte del Distrito, e incluso de su totalidad. Entre esos elementos esenciales figuran algunos correspondientes al abastecimiento y a la distribución de energía eléctrica (la central de producción de Cumbayá, la subestación Selva Alegre, líneas eléctricas mayores), al suministro y a la distribución alimentarios (mercados y supermercados), a las telecomunicaciones (antenas), un establecimiento de salud (clínica La Primavera), una universidad (San Francisco), algunas empresas importantes y una administración zonal (Tumbaco).

No se trata aquí sino de un escenario basado en la hipótesis (totalmente plausible) del cierre simultáneo de los ejes viales más vulnerables e, incluso, solo se consideraron los problemas ligados al acceso inmediato a una zona desde las zonas vecinas. Sería necesario contemplar otros escenarios que pondrían en evidencia, una vez más, efectos territoriales más o menos graves tanto para las comunidades como para el Distrito en su conjunto. Esto presentaría un interés evidente a la vez para el manejo de crisis y para la planificación preventiva del territorio.

Conclusión

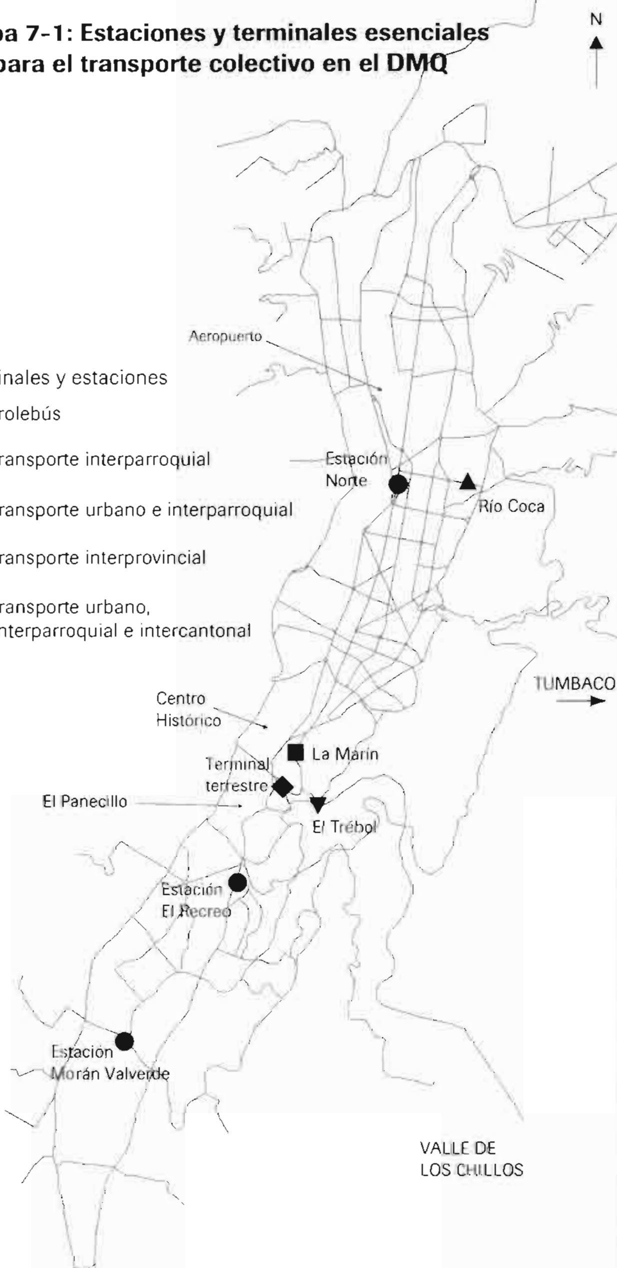
En síntesis, el análisis de los elementos esenciales de la movilidad y de su vulnerabilidad evidencia ciertas fragilidades de la red vial del DMQ. Ciertos ejes esenciales para la comunicación del Distrito con el resto del país y un eje mayor de la circulación intra metropolitana son extremadamente vulnerables, lo que puede fragilizar el funcionamiento del territorio en su conjunto, ya sea en período de crisis o en período normal. El cierre de los ejes mayores que son

[15] El detalle de la metodología se encontrará en Demoraes, 2004.

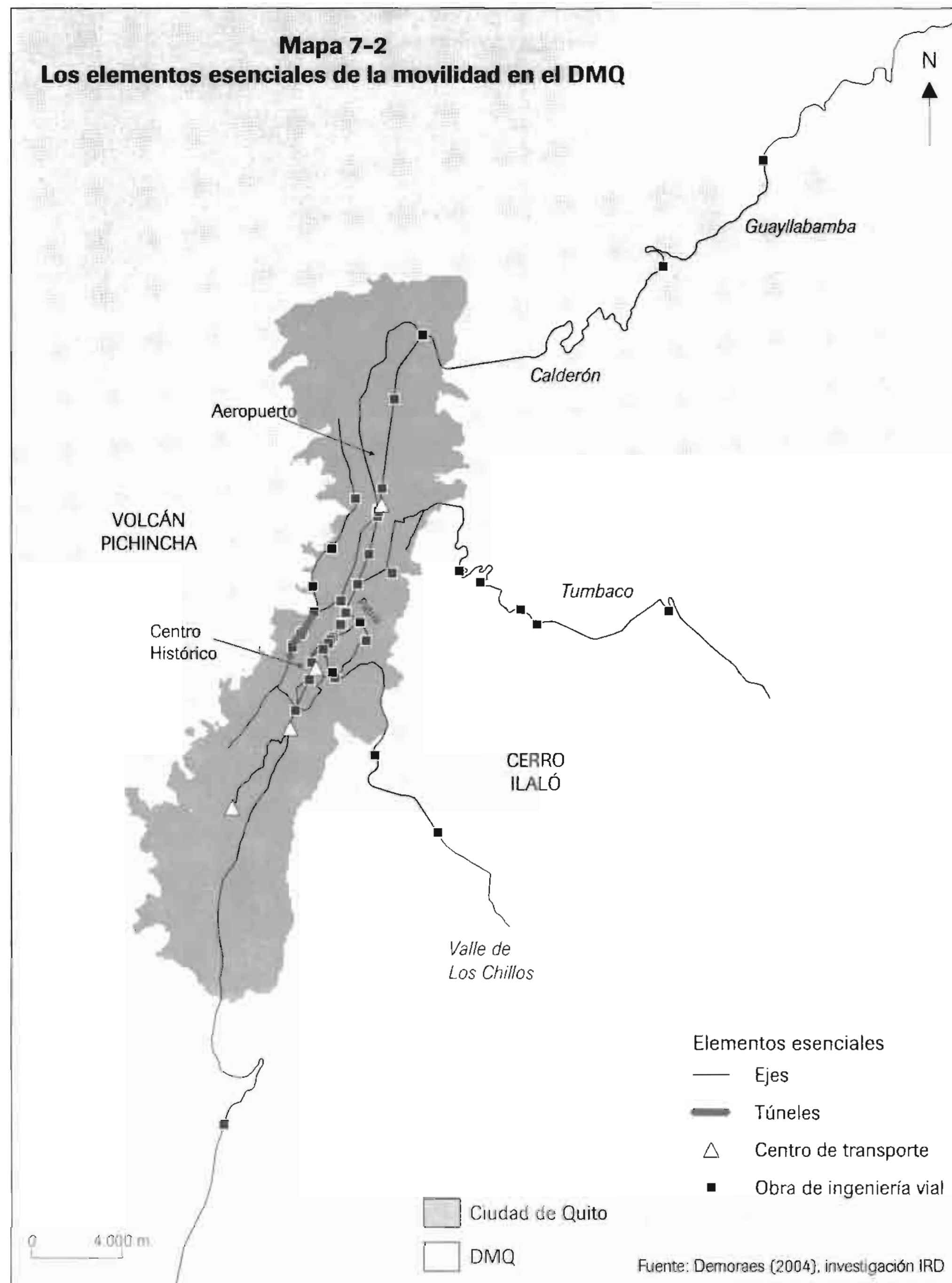
la Panamericana Norte, la Panamericana Sur y la Vía Interoceánica así como la de los túneles y de las obras de ingeniería, cuya fuerte vulnerabilidad se demostró, tendría graves consecuencias. Estas no se resumirían únicamente en el aislamiento de ciertos sectores geográficos, sino que se manifestarían igualmente en una perturbación grave de las comunicaciones al interior de todo el DMQ y con las provincias vecinas.

A la multiplicidad de formas de vulnerabilidad puestas en evidencia en este trabajo de análisis corresponde una multiplicidad de acciones de prevención posibles. Se trate ya sea del refuerzo físico de puentes frágiles, de la organización de una preparación para el manejo de crisis en el caso de los túneles y las terminales del transporte colectivo, del mejoramiento del telecontrol, de la definición o de la elaboración de itinerarios alternativos, las posibilidades de reducir eficazmente la vulnerabilidad de la movilidad en el DMQ son numerosas.

Mapa 7-1: Estaciones y terminales esenciales para el transporte colectivo en el DMQ



Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD



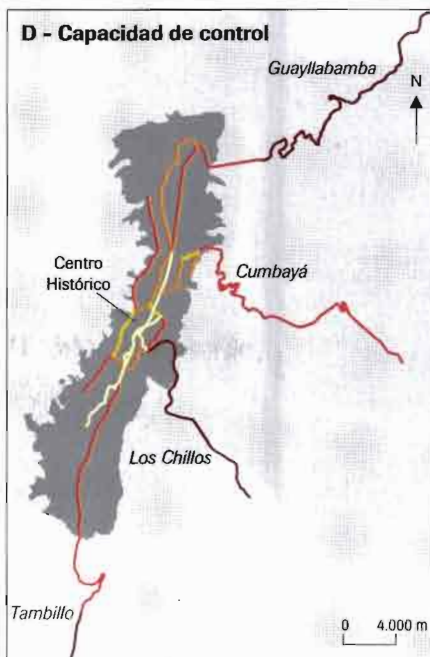
Mapa 7-2
Los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ
N
Guayllabamba
Calderón
Aeropuerto
VOLCÁN
PICHINCHA
Tumbaco
Centro
Histórico
CERRO
ILALÓ
Valle de
Los Chillos
Elementos esenciales
Ejes
Túneles
Centro de transporte
Obra de ingeniería vial
Ciudad de Quito
DMQ
0 4.000 m
Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

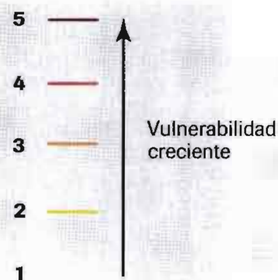




Mapa 7-3
Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ —Los ejes viales—



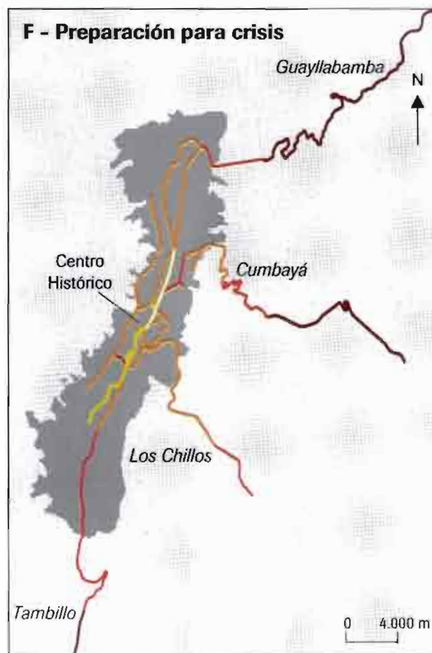


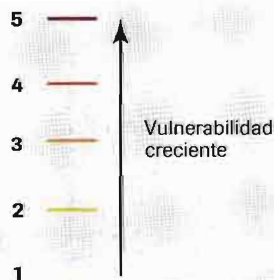


Fuente: Demoraes (2004)

Mapa 7-3
Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ – Los ejes viales
(continuación)







Fuente: Demoraes (2004)

A - Vulnerabilidad intrínseca

Guayllabamba
N
Centro Histórico
Cumbayá
Los Chillos
Tambillo
0 4.000 m

B - Dependencia de otros sistemas

Guayllabamba
N
Centro Histórico
Cumbayá
Los Chillos
Tambillo
0 4.000 m

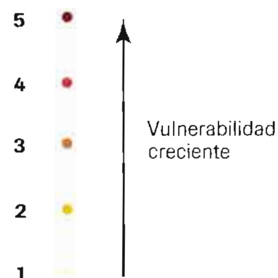
C - Exposición y susceptibilidad de daños

Guayllabamba
N
Centro Histórico
Cumbayá
Los Chillos
Tambillo
0 4.000 m

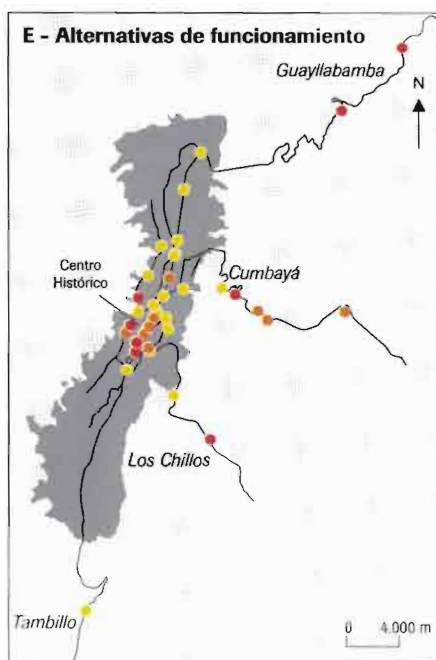
D - Capacidad de control

Guayllabamba
N
Centro Histórico
Cumbayá
Los Chillos
Tambillo
0 4.000 m

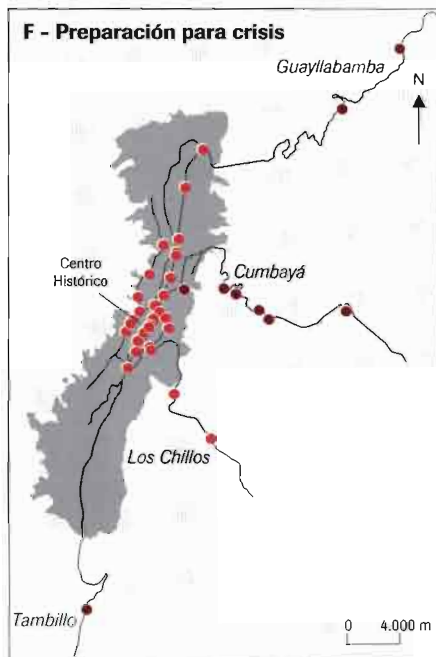
Mapa 7-4
Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ –Puentes y otras obras de ingeniería–



Fuente: Demoraes (2004)

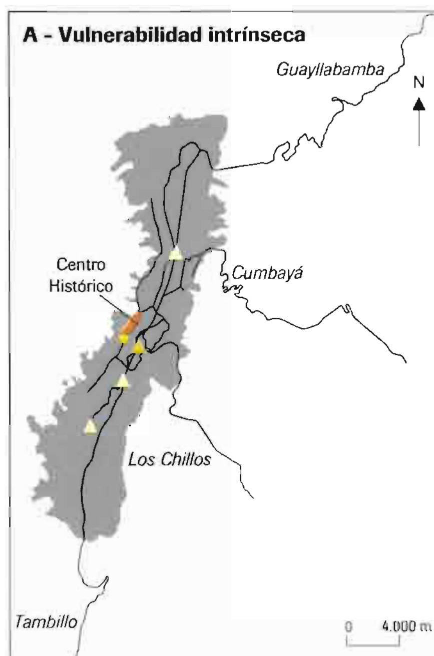


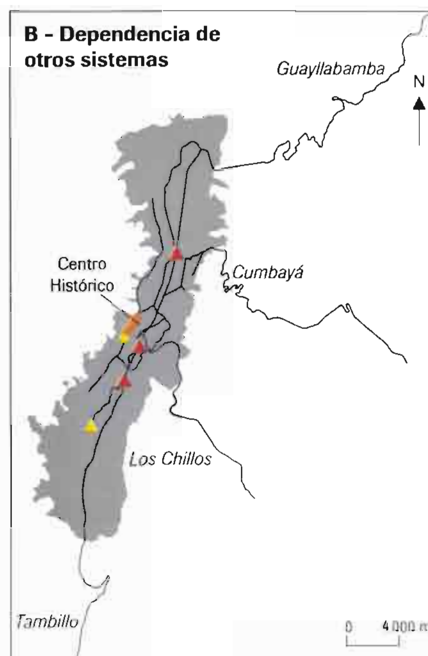
Mapa 7-4
Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ – Puentes y otras obras de ingeniería
(continuación)



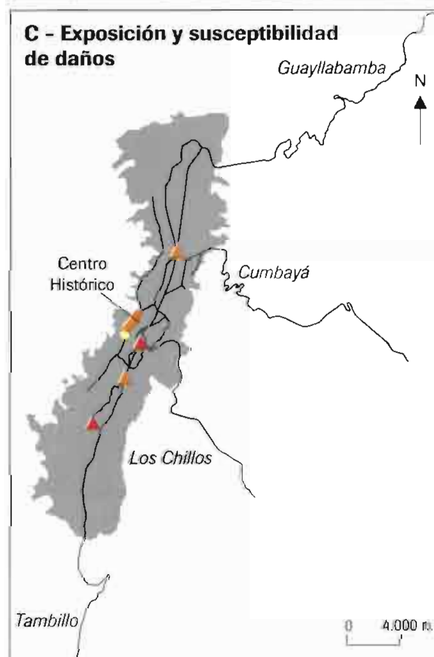


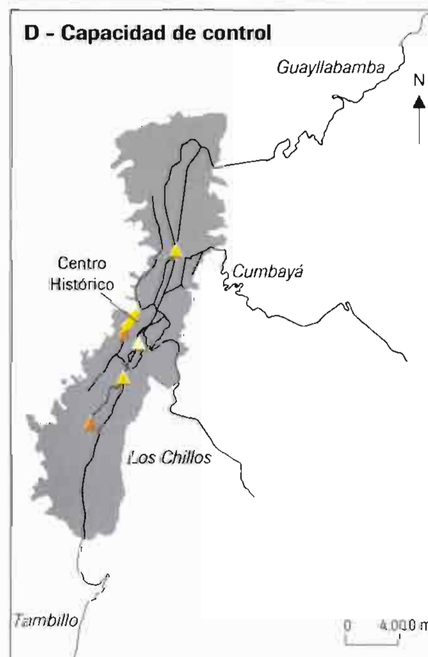
Fuente: Demoraes (2004)

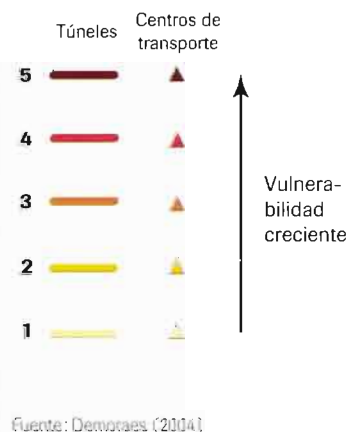




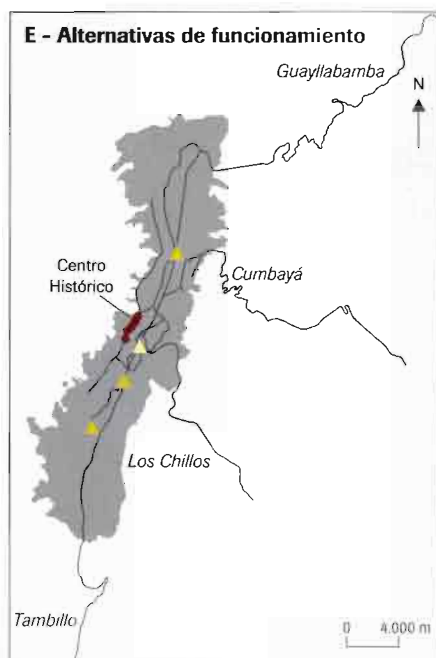
Mapa 7-5
Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ —Túneles y centros de transporte—



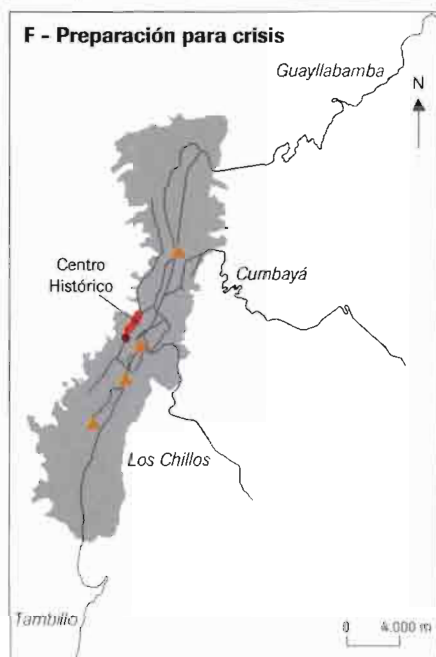


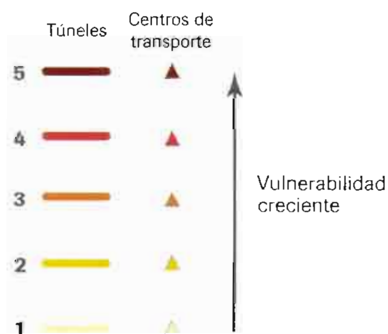


Fuente: Demoraes (2004)

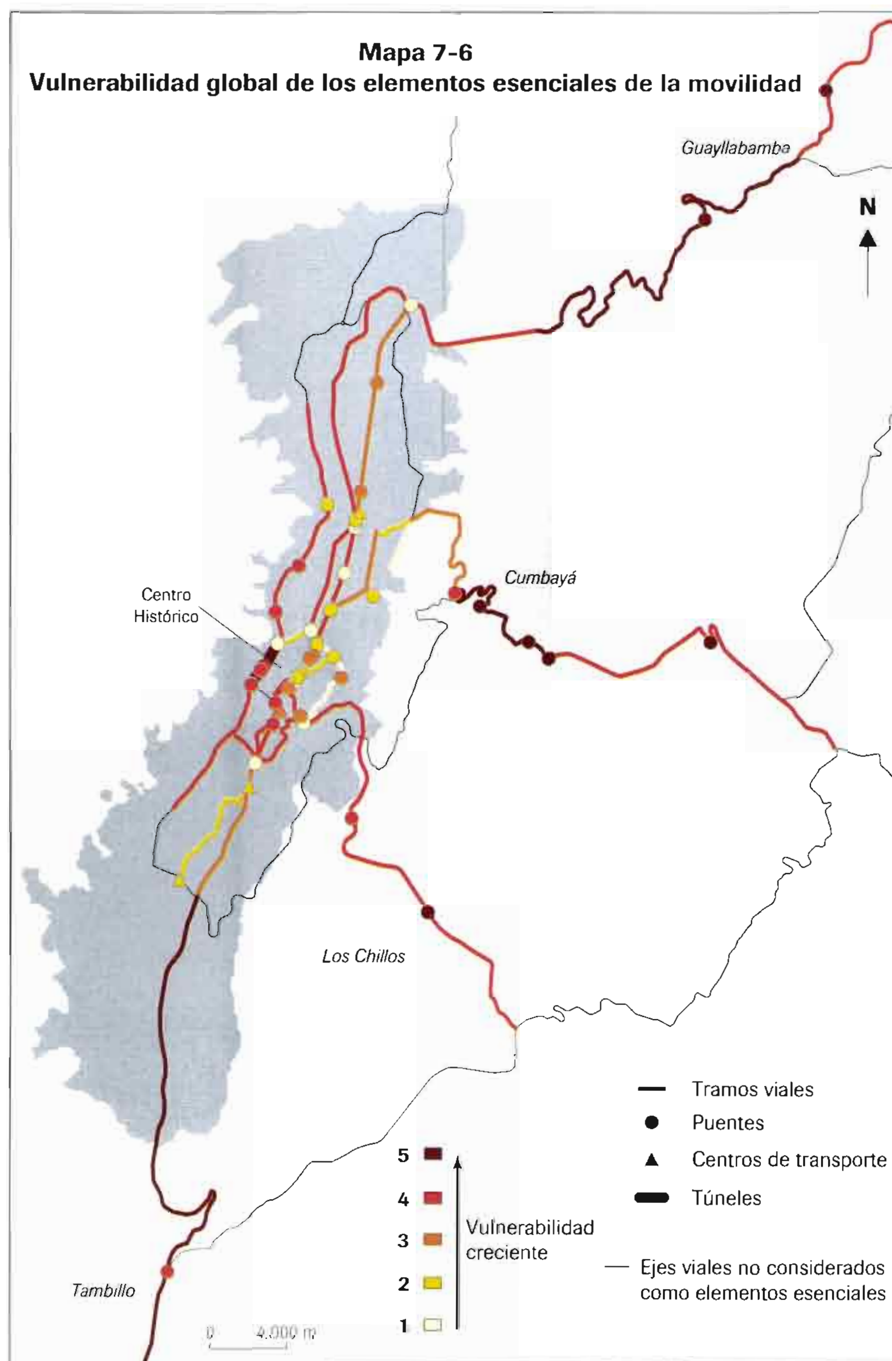


Mapa 7-5
Vulnerabilidad de los elementos esenciales de la movilidad en el DMQ – Túneles y centros de transporte
(continuación)





Fuente: Demoraes (2004)



Mapa 7-6
Vulnerabilidad global de los elementos esenciales de la movilidad

Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

Mapa 7-7: Zonas que pueden ver reducida su accesibilidad en caso de falla de los elementos esenciales de la movilidad más vulnerables



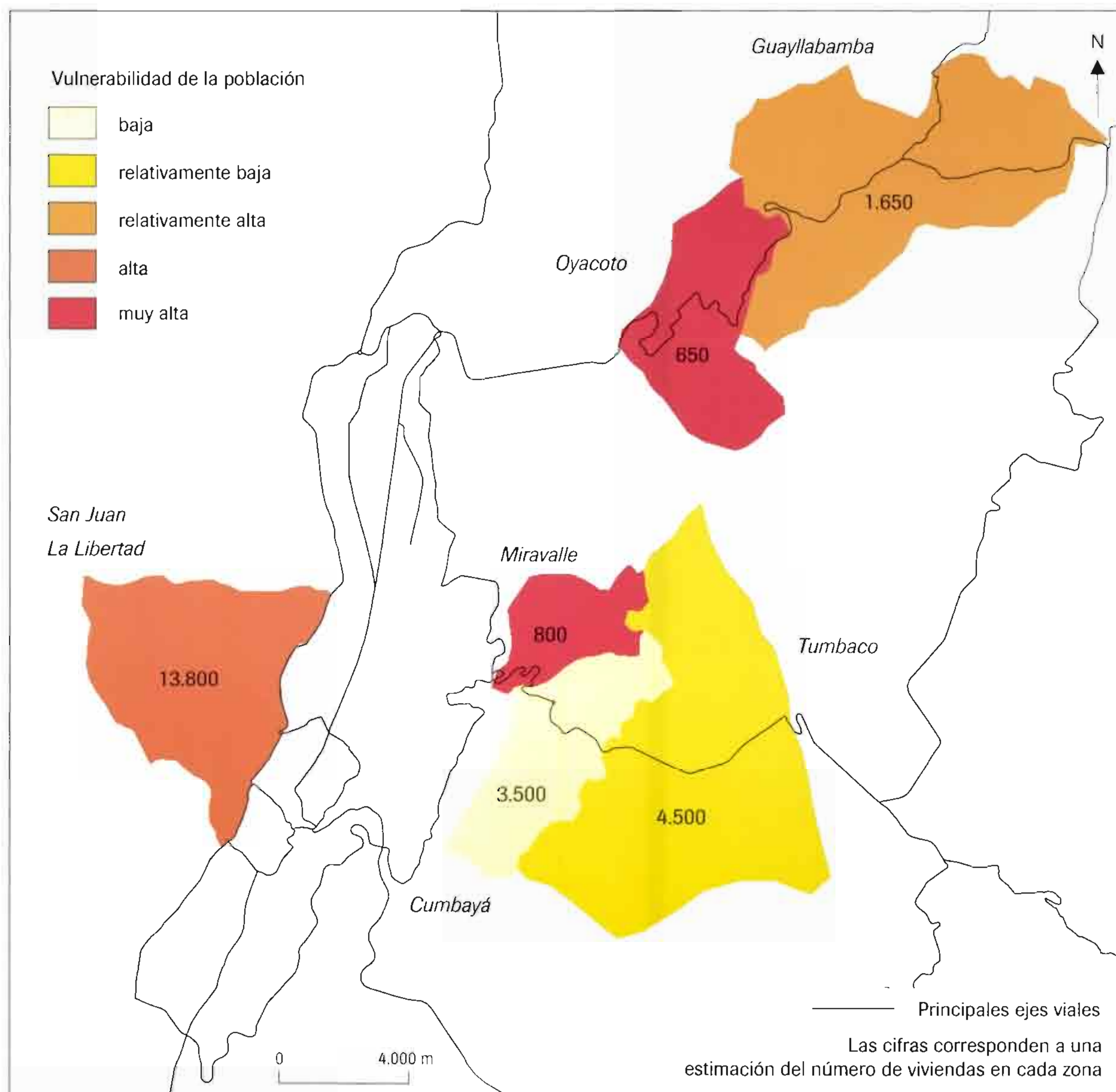
5 (muy alta vulnerabilidad)
4 (alta vulnerabilidad)
Puentes
Tramos viales vulnerables
Ejes viales
Túneles

Posibilidad de reducción de la accesibilidad
ninguna
baja
relativamente baja
moderada
alta
muy alta

0 4.000 m

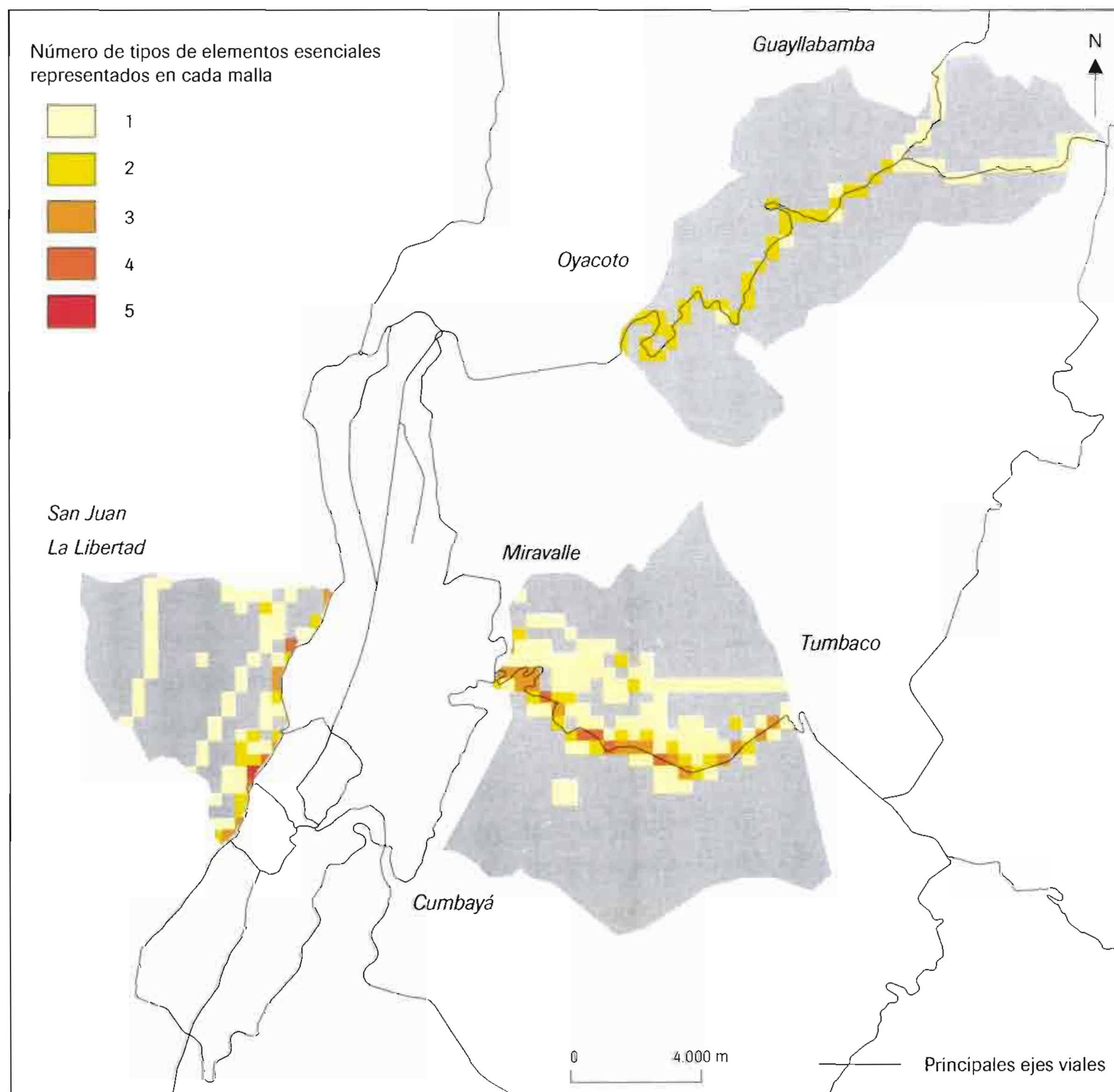
Fuentes: Demoraes (2004), investigación IRD

Mapa 7-8: Vulnerabilidad de la población en las zonas con probabilidad de sufrir una fuerte reducción de su accesibilidad e incluso un total aislamiento



Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

Mapa 7-9: Localización de los elementos esenciales de funcionamiento del DMQ en las zonas con probabilidad de sufrir una fuerte reducción de su accesibilidad e incluso un total aislamiento



Fuente: Demoraes (2004), investigación IRD

CAPÍTULO 8
Vulnerabilidad de las empresas en el DMQ

1. Introducción a la vulnerabilidad de las empresas

En *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*[1] se localizaron las empresas del Distrito y se puso en evidencia su importancia para la capital ecuatoriana, en el campo tanto comercial como de servicios o industrial. Mientras ciertas empresas hacen parte de la tradición como las de la industria textil, otras han sido identificadas por los responsables municipales como apoyo al desarrollo económico metropolitano, en especial las que ejercen sus actividades en el turismo, la exportación o los servicios a empresas. Todas estas son indispensables para el Distrito en la medida en que contribuyen ampliamente a su funcionamiento y, más aun, a su desarrollo. Su no funcionamiento, daño o, lo que es peor, su destrucción por causas ya sea internas o externas, constituiría un gran perjuicio para el DMQ, en términos tanto de ingresos y de empleos, como de redistribución de los recursos financieros o de imagen de la ciudad.

Las empresas más frágiles en el plano de su funcionamiento interno, las más expuestas a amenazas, las más dependientes, las menos accesibles, las más desprovistas en materia de alternativas de funcionamiento, las menos preparadas para enfrentar situaciones de crisis, son las más susceptibles de experimentar fallas, sufrir daños y comprometer el

[1] D'Ercole y Metzger, 2002, capítulo 13, «Las empresas del DMQ».

desarrollo del DMQ. La toma de conciencia y el conocimiento de la vulnerabilidad de las empresas en el Distrito y de las diversas formas que reviste tal vulnerabilidad, constituyen un primer paso hacia la reducción de los riesgos. Es pues el objetivo de este capítulo proporcionar algunos elementos de conocimiento de la vulnerabilidad de la economía del DMQ proponiendo una metodología de análisis de las empresas.

El análisis presentado se realiza en tres etapas. En primera instancia, partiendo de los lugares esenciales de la economía metropolitana, se apreciará su vulnerabilidad utilizando criterios espaciales: la exposición a las amenazas y la accesibilidad. Sin embargo, estos criterios no permiten descifrar la vulnerabilidad de las empresas en todas sus dimensiones. Por ello se realizaron encuestas en 333 empresas del DMQ, entre ellas las 90 más importantes, centrando las preguntas en la vulnerabilidad interna, las dependencias, las alternativas de funcionamiento y el manejo de crisis. La segunda parte del capítulo expone los resultados de tales encuestas, ofreciendo una visión útil de diversas formas de vulnerabilidad de las empresas en función, en especial, de la rama de actividad y de su tamaño (número de empleos). La tercera parte explota las encuestas tratando el caso de las 90 empresas más importantes del DMQ según la clasificación de la Superintendencia de Compañías. Además, a diferencia de las 333 empresas anteriores cuya cartografía no se justificaba, estas 90 empresas fueron localizadas y los mapas correspondientes atañen a todos los factores de vulnerabilidad, incluida la exposición a las amenazas.

2. Vulnerabilidad de los lugares esenciales de la economía del DMQ

El mapa 8-1 representa los lugares que se pueden considerar como esenciales para la economía del Distrito, determinados a partir de criterios cuantitativos y cualitativos[2]. Los espacios representados comprenden el 68% de las 18.117 empresas que pudieron ser cartografiadas a partir de los archivos de la Dirección Tributaria Municipal (DTM), del Servicio de Rentas Internas (SRI) y del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), y el 74,5% de los 274.732 empleos correspondientes. Estas empresas se sitúan mayoritariamente en el espacio central de Quito, particularmente entre la avenida Río Coca y La Mariscal, pero se destacan igualmente los sectores industriales del norte y del sur de la ciudad y algunos, de muy limitada extensión, en las parroquias suburbanas.

Estos espacios esenciales del DMQ se revelan particularmente vulnerables en el plano de la exposición a las amenazas, como lo muestran el mapa 8-2 y el cuadro 8-1. En efecto, la casi totalidad de las

[2] Véase la metodología en D'Ercole y Metzger (2002), capítulo 13. El mapa 8-1 del presente volumen difiere un tanto del mapa 13-6 del primero en la medida en que se han agregado algunas mallas que comprenden al menos una empresa muy importante para el DMQ.

Cuadro 8-1
Número de empresas y empleos expuestos a amenazas en los lugares esenciales de la economía del DMQ
(alto y moderado nivel de peligro)

Número de amenazas	Número de empresas	%	Número de empleos	%
6	1.016	5,6	22.419	8,2
5	2.905	16	45.938	16,7
4	3.027	16,7	49.512	18
3	3.914	21,6	59.067	21,5
2	1.146	6,3	19.364	7
1	290	1,6	7.937	2,9
0	42	0,2	469	0,2
Total de empresas en los lugares esenciales	12.340	68,1	204.706	74,5
Total empresas cartografiadas	18.117	100	274.732	100

mallas donde se ubican las empresas están expuestas al menos a una amenaza, siendo estas más numerosas en el espacio central donde se concentran la mayoría de empresas. La situación es particularmente inquietante si se considera que cerca del 60% de las empresas del DMQ (que corresponden al 64,5% de los empleos) están expuestas a más de dos tipos de amenazas y más del 38% al menos a 4 tipos. Y no se trata sino de la exposición directa, pudiendo los efectos indirectos ser muy severos. Fue el caso, por ejemplo, de las empresas exportadoras de flores que enfrentaron en 1999 grandes dificultades debido al cierre del aeropuerto cubierto por ceniza del volcán Guagua Pichincha.

El segundo criterio territorial de vulnerabilidad, la accesibilidad, está lejos de constituir un problema tan grande. El mapa 8-3 indica, en efecto, que los espacios ocupados por las empresas esenciales del DMQ están en su conjunto bien atendidos por las principales vías de comunicación. Quedan sin

embargo algunas situadas de un lado y otro del espacio central o en los valles, donde la accesibilidad, sin ser francamente deficiente[3], no puede considerarse óptima, lo que puede significar un serio inconveniente en caso de crisis.

3. Vulnerabilidad de 333 empresas del DMQ

En 2002 y 2003 se procedió a una campaña de encuestas en 333 empresas del DMQ[4]. El objetivo era apreciar las diferentes formas de vulnerabilidad que presentan. En primer término se exponen sus características para luego detallar los criterios de vulnerabilidad utilizados que orientaron las preguntas y finalmente ofrecer los resultados de las encuestas.

Características de las empresas encuestadas

Como lo indican los cuadros 8-2 y 8-3, no se constituyó una muestra representativa de todas las empresas del DMQ sino una muestra suficientemente representativa de aquellas que son importantes para el desarrollo del Distrito, como las vinculadas a la actividad petrolera o turística, a la exportación o a los servicios a empresas. Así, las empresas agrícolas están sobre-representadas en la medida en que se privilegiaron las exportadoras de flores (16 encuestas). Asimismo, en el sector minero, las encuestas realizadas conciernen ya sea empresas que extraen petróleo o empresas que les ofrecen servicios[5]. Las empresas industriales están también

Cuadro 8-2: Repartición de las empresas encuestadas por rama de actividad

Rama	Empresas encuestadas	%	Empresas del DMQ*	%
Agricultura	25	7,5	743	4,4
Minas	33	9,9	252	1,5
Industria	85	25,5	1.807	10,7
Construcción	24	7,2	775	4,6
Comercio	95	28,5	4.520	26,8
Servicios a empresas	31	9,3	4.759	28,3
Transporte	24	7,2	1.240	7,4
Otros**	16	4,8	2.749	16,3
Total	333	100	16.845	100

* Según la base de datos del SRI, 1999 (únicamente las empresas que cuentan con personería jurídica).

** La categoría «otros» comprende una gran variedad de empresas (imprentas, producción y distribución de energía eléctrica, telefonía, servicios hospitalarios, canales de televisión, etc.)

[3] El mapa del capítulo 2 «Nivel de accesibilidad de los espacios en el DMQ» (2-1), comprende 7 grados decrecientes de accesibilidad pero las mallas representadas en el mapa 8-3 se caracterizan únicamente por los 4 primeros grados.

[4] La mayor parte de las encuestas se realizaron telefónicamente, pero se efectuaron también algunas visitas. Muy a menudo, quienes aceptaron responder a las preguntas fueron el propietario de la empresa, el gerente o el jefe de seguridad. En ciertos casos, las contestaciones se obtuvieron del contador, del jefe de personal o de la secretaría de la gerencia general.

[5] servicios diversos que pueden ir desde la realización de estudios hasta actividades de perforación pasando por el suministro de piezas útiles para la extracción.

Cuadro 8-3: Repartición de las empresas encuestadas por actividad

Rama	Actividad	Empresas encuestadas	%
Agricultura	Flores	16	4,8
	Aves	4	1,2
	Otros	5	1,5
Minas	Extracción petróleo	18	5,4
	Servicios petroleros	15	4,5
Industria	Alimentaria	27	8,1
	Textil	17	5,1
	Farmacéutica	10	3
	Mecánica	9	2,7
	Vehículos	6	1,8
	Química	5	1,5
	Madera	5	1,5
	Otros	6	1,8
Construcción	Construcción	24	7,2
Comercio	Automotor	17	5,1
	Electrodomésticos	15	4,5
	Hoteles	15	4,5
	Alimentario	16	4,8
	Agricola	9	2,7
	Químico	6	1,8
	Gasolina	4	1,2
	Otros	13	3,9
Servicios a empresas	Servicios financieros	15	4,5
	Otros servicios	16	4,8
Transporte	Agencias viajes y turismo	17	5,1
	Compañías de aviación	7	2,1
Otros	Diversos	16	4,8
Total		333	100

sobre-representadas en relación con el número de empresas del mismo tipo existentes en el DMQ, pero ello permitió realizar una cantidad significativa de encuestas relativas en particular a la industria agro-alimentaria, farmacéutica o textil.

El porcentaje de encuestas realizadas en los campos del comercio y del transporte corresponde aproximadamente al de las empresas que trabajan en esas dos ramas en el Distrito. Sin embargo, se privilegiaron ciertas formas de comercio como el alimentario, el automotor, el de electrodomésticos o la hotelería. En cuanto a la rama de transporte, tal como fue concebida, no corresponde exactamente a la rama «Transporte, almacenamiento y comunicaciones» de la clasificación CIIU[6]. En efecto, se optó por considerar principalmente el transporte útil para la actividad turística: las 24 encuestas realizadas se aplicaron a compañías de aviación y agencias de viajes.

Entre las ramas más subrepresentadas constan los «Servicios a empresas, bienes inmuebles, financieros, seguros» y sobre todo los «Servicios a personas comunales, sociales y personales» que cubren una gran variedad de actividades[7]. Se optó por poner énfasis en los servicios financieros a las empresas[8] (15 encuestas) así como en otros servicios a empresas (colocadoras de empleo, consultoras y auditoras, servicios jurídicos, arrendamiento de bienes inmuebles).

Nuestro afán no era solamente proceder a un muestreo orientado de las empresas del DMQ según la rama de actividad, sino aplicar igualmente la encuesta a empresas de tamaño suficientemente variado para apreciar los vínculos que pueden existir entre la vulnerabilidad y el tamaño. Así, el cuadro 8-4 presenta la repartición de las empresas encuestadas según el número de empleados, habiéndose conformado 7 categorías que van de «menos de 10 empleados» a «500 empleados y más».

Cuadro 8-4: Repartición de las empresas encuestadas según el número de empleados

Número de empleados	Empresas encuestadas	%
menos de 10	45	*13,5*
de 10 a 24	34	*10,2*
de 25 a 49	40	*12*
de 50 a 99	52	*15,6*
de 100 a 249	73	*21,9*
de 250 a 499	49	*14,7*
500 y más	40	*12*
Total	333	*100*

6 Clasificación Industrial Internacional Uniforme.

7 Las pocas empresas de este tipo encuestadas forman parte del rubro «otros».

8 Bancos en especial.

Formas y criterios de vulnerabilidad

Se determinaron 4 formas y varios criterios de vulnerabilidad, que orientaron las preguntas planteadas a las empresas encuestadas (cuadro 8-5).

En lo que respecta a la vulnerabilidad interna (o intrínseca) de las empresas, se utilizaron 4 criterios: duración de las reservas, perecibilidad de la producción, reserva monetaria y continuación de los servicios.

La duración de las reservas (o tiempo de *stock*) es fundamental para medir la capacidad de resistencia de una empresa en período de crisis. El *stock* constituye, en efecto, una garantía de funcionamiento más o menos largo, según la cantidad y la calidad del almacenamiento (bodegas, cuartos fríos, etc.). Una empresa que dispone de reservas para un tiempo muy corto y, con mayor razón, una que no tiene reservas (funcionamiento como flujo tendido) es pues vulnerable[9].

Las empresas que producen o comercializan productos perecibles son generalmente vulnerables en la medida en que tales productos pueden echarse a perder si los flujos de producción y comercialización no funcionan correctamente o son interrumpidos de manera más o menos durable, lo que sucede a menudo en período de crisis. Desde este punto de vista, las empresas que manejan productos de conservación de muy corta duración son pues las más vulnerables[10].

El número de días que una empresa puede resistir a una suspensión de sus actividades, teniendo en cuenta la reserva monetaria de que dispone, es también un criterio de medición de la vulnerabilidad interna. Una liquidez importante permite cubrir los gastos corrientes y constituye una garantía ante los proveedores y las instituciones financieras[11]. Una limitada liquidez, en cambio, característica de las empresas que trabajan al día, hace a estas empresas particularmente vulnerables, en especial en período de crisis[12].

---

9 Las empresas que producen o venden artefactos electrónicos, automóviles (cuyo proceso de comercialización es más largo que el de otros productos), ciertos productos agrícolas o farmacéuticos, tienen reservas para largo tiempo, generalmente más de un mes. En cambio, las empresas florícolas, de crianza de aves y los hoteles trabajan con productos que no pueden conservarse más de una semana. La situación es aún peor tratándose de las panaderías y los restaurantes, por ejemplo, que en el mejor de los casos pueden conservar sus productos 2 días. Además varias gasolineras se abastecen diariamente de combustible por lo que, pese a que pueden almacenar, funcionan como flujo tendido.

10 Es el caso de las empresas florícolas que a partir del corte de la flor no pueden guardar más de tres días su producción, o de las empresas que producen alimentos preparados o listos para preparar.

11 Hay que precisar que lo que importa es el dinero en efectivo, pues, durante una crisis grave, difícilmente se aceptan otras formas de pago como «dinero plástico» o cheques.

12 Se debe subrayar que el volumen de reserva monetaria depende principalmente de políticas internas

Cuadro 8-5: Criterios utilizados para el análisis de la vulnerabilidad de 333 empresas del DMQ

Formas de vulnerabilidad	Tipos de empresas	Criterios de vulnerabilidad
Vulnerabilidad intrínseca	Empresas de producción y de comercialización	Duración de las reservas
		Días de perecibilidad de la producción
		Volumen de reserva monetaria que la empresa tiene en caja
	Empresas de servicios	Continuación de los servicios
		Volumen de reserva monetaria que la empresa tiene en caja
Dependencia cadena productiva	Empresas de producción	Insumos de producción
	Empresas comerciales	Insumos de distribución
	Empresas de servicios	Insumos que permiten los servicios
Dependencia de infraestructuras básicas	Todas las empresas	Dependencia red vial
		Dependencia del aeropuerto
		Dependencia del agua
		Dependencia de la red eléctrica
		Dependencia de la red de distribución de combustibles
Alternativas	Empresas de producción	Alternativas de producción
	Empresas comerciales	Alternativas de distribución
	Empresas de servicios	Alternativas de funcionamiento
Preparación para crisis y para el período de recuperación	Todas las empresas	Plan de emergencia y conocimiento
		Práctica de simulacros
		Generador de electricidad
		Sistema alternativo de comunicación
		Cobertura de seguros

Este criterio de vulnerabilidad fue utilizado igualmente para las empresas de servicios. Por otro lado, como no era posible aplicar en este caso los criterios «duración de la reserva» o «productos perecibles», se adoptó el de «continuación de los servicios». El objetivo era apreciar cuánto tiempo una empresa de servicios puede proseguir su actividad en período de crisis. Algunas pueden mantener su actividad o al menos lo esencial de ella incluso si el resto de la economía está paralizada momentáneamente[13]. Por el contrario, otras empresas no solamente tienen dificultades para seguir funcionando durante una crisis, sino que además necesitan un tiempo más o menos largo, pasada la emergencia, para restablecer un funcionamiento normal[14].

En el análisis la vulnerabilidad por dependencia reviste dos formas. Se trata, por una parte, de dependencias internas al sistema del que forma parte la empresa y, por otra, de dependencias externas. Las primeras conciernen la manera en que una empresa se inserta en la cadena de producción. Una empresa que se ubica al inicio de la cadena es menos vulnerable en caso de crisis que una que se sitúa al final. Por ejemplo, en el campo de la producción, las empresas que producen por sí solas productos básicos o que los adquieren a empresas de producción primaria (productos agrícolas, madera, petróleo), están menos sometidas a rupturas de la cadena que aquellas que fabrican, comercializan o dependen de productos resultantes de un proceso complejo de elaboración (industria o comercio automotor, electrodomésticos, por ejemplo).

La segunda forma, externa, se refiere a la dependencia frente a infraestructuras básicas (aeropuerto, red vial, de agua, de energía eléctrica, de distribución de combustibles). Mientras mayor es la dependencia mayor es la vulnerabilidad de las empresas, no solo por la dependencia en sí, es decir la poca autonomía, sino también debido a la posibilidad de transmisión de la vulnerabilidad[15].

empresariales y no necesariamente del tamaño de la empresa o de su rama de actividad. No obstante, la encuesta destacó ciertos tipos de empresas cuyo volumen de reserva monetaria en caja es, en conjunto, reducido o relativamente reducido: las empresas de transporte, tanto agencias de viajes como compañías de aviación, ya que en estas actividades se utiliza mucho el «dinero plástico»; las empresas petroleras porque las transacciones de petróleo se realizan a través del mercado internacional; las florícolas; los hoteles pequeños; varias empresas constructoras.

13 Es el caso, por ejemplo, de las empresas que arriendan bienes inmuebles o de las compañías de seguros cuya actividad es generalmente más intensa en período de crisis.

14 Las agencias de viajes son un buen ejemplo de ello.

15 Por ejemplo, la dependencia de una empresa de una red vial susceptible de interrupciones frecuentes no puede sino comprometer las actividades de la empresa. Un ejemplo constituyen las empresas florícolas dependientes de un aeropuerto, sumamente sensible a la caída de ceniza.

Las empresas que disponen de alternativas de funcionamiento son, necesariamente, sobre todo en período de crisis, menos vulnerables que aquellas cuyas alternativas son limitadas o inexistentes. El aspecto «alternativas» fue apreciado según dos lógicas. La primera está relacionada con la capacidad de las empresas de desarrollar varias actividades a la vez. Las menos vulnerables son aquellas que, cuando se paraliza una actividad están en capacidad de continuar funcionando, al menos momentáneamente, gracias a otras actividades[16]. La segunda corresponde a la posibilidad de ejercer actividades en diferentes lugares. La actividad de una empresa puede verse paralizada en un lugar dado pero su vulnerabilidad se reduce si ella está en capacidad de funcionar en otra parte[17].

16 Es el caso, por ejemplo, de las empresas de servicios petroleros que pueden operar en campos distintos (reparaciones, perforaciones, estudios geológicos, etc.). Igual sucede con los supermercados cuyas posibilidades de venta son muy numerosas. En cambio, empresas como las colocadoras de empleo, las de arrendamiento de bienes inmuebles, las de metal-mecánica, que dependen esencialmente de una sola materia prima, las productoras de diarios, etc., no tienen o tienen muy pocas alternativas de funcionamiento.

17 Las constructoras que mantienen varios contratos en distintos lugares están en esta situación, al igual que los establecimientos financieros o las agencias de viajes que disponen de sucursales en varias ciudades. Otros establecimientos en cambio tienen un solo lugar de actividad (pequeños comercios, servicios aeroportuarios, empresas farmacéuticas, etc.).

La preparación de una empresa para el manejo de una situación de crisis puede reducir sustancialmente su vulnerabilidad incluso si ella presenta otras formas de vulnerabilidad. Algunas tienen políticas muy claras y visibles en este campo, otras no. Para apreciar la manera en que las empresas de la muestra están preparadas para enfrentar una situación de crisis, se consideraron la ausencia o existencia (y en este caso la calidad) de planes de emergencia y su divulgación, de simulacros de evacuación, de generadores de energía eléctrica, de posibilidades de comunicación alternativa y de pólizas de seguro.

Principales resultados de la encuesta

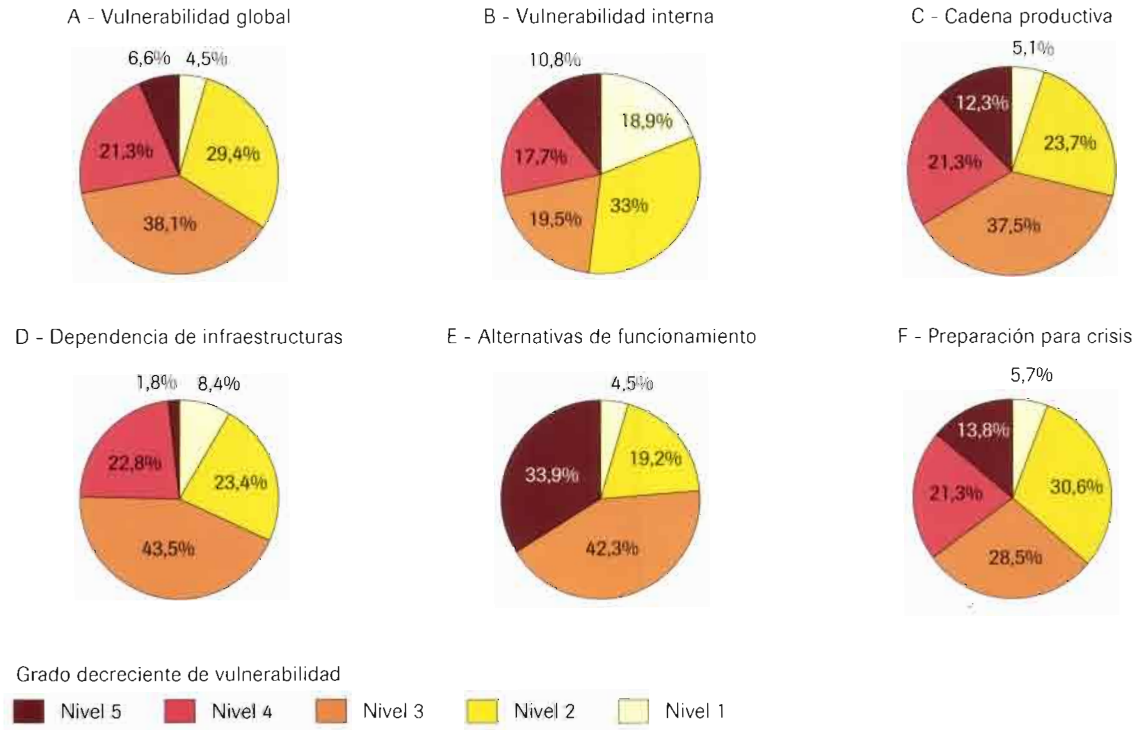
La encuesta realizada en 333 empresas permitió obtener informaciones correspondientes a los diferentes criterios de vulnerabilidad presentados anteriormente y resumidos en el cuadro 8-5. Por cada criterio, se atribuyó a cada empresa, según su grado de vulnerabilidad, un valor (que va de 1 a 4 o de 1 a 5, según el caso). El cuadro 8-6 proporciona algunos ejemplos del procedimiento. Para cada forma de vulnerabilidad se sumaron luego los valores a fin de obtener un índice de vulnerabilidad (que va de 1 en el caso de la menor vulnerabilidad a 5 en el de la mayor). La suma de esos índices permitió llegar a un índice de vulnerabilidad global, también ordenado de 1 a 5. Este traduce pues la acumulación de las diferentes formas de vulnerabilidad.

La figura 8-1A indica que cerca del 28% de las empresas encuestadas se ubican en los niveles 4 y 5 de

Cuadro 8-6: Algunos ejemplos de valoración de las empresas partiendo de los criterios de vulnerabilidad

	Valor
Duración de la reserva	
Más de un mes	1
Entre una semana y un mes	2
Entre 3 días y una semana	4
2 días o menos	5
Insumos de producción	
Se utilizan insumos de producción primaria	1
Se utilizan insumos que han demandado un proceso de producción poco desarrollado	2
Se utilizan insumos que han demandado un proceso de producción relativamente desarrollado	3
Se utilizan productos prácticamente terminados que han demandado un complejo proceso de elaboración	4
Dependencia de la red de agua	
Baja o muy baja	1
Relativamente baja	2
Relativamente fuerte	3
Fuerte o muy fuerte	4
Alternativas de producción	
Alternativas a la vez en cuanto a actividades y en cuanto a lugares de producción	1
Alternativas en cuanto a actividades o en cuanto a lugares de producción	3
Sin alternativas	5
Práctica de simulacros	
Semestral	1
Anual	2
Ocasional	4
Nunca	5

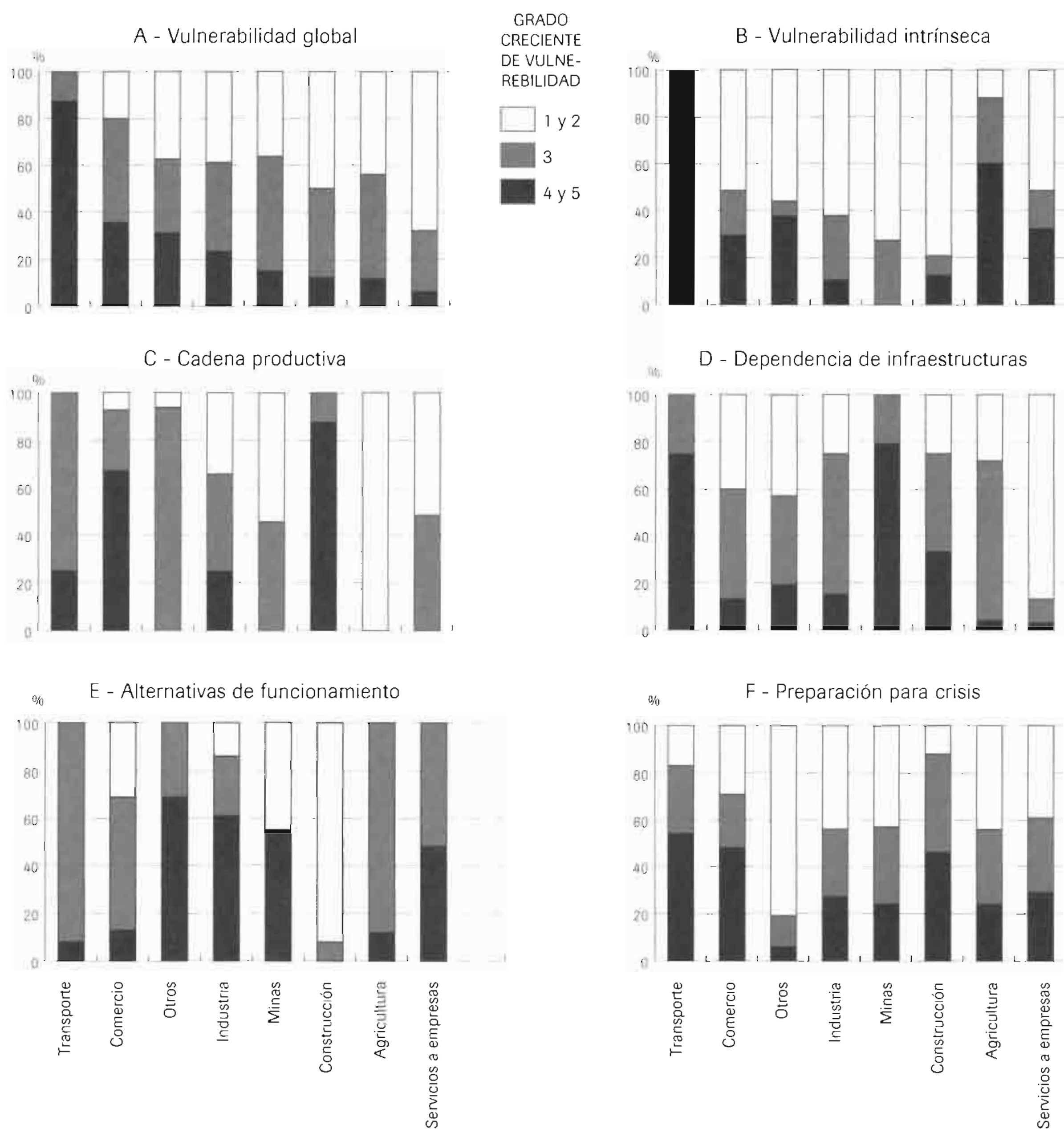
Figura 8-1
Repartición de las 333 empresas encuestadas según las diferentes formas de vulnerabilidad



vulnerabilidad global y presentan por tanto una vulnerabilidad elevada a muy elevada. Solamente el 4,5% de las empresas registran una vulnerabilidad global que se puede considerar baja. Las figuras 8-1B a 8-1F indican, por su parte, los grados de vulnerabilidad que corresponden a las diferentes formas consideradas. En todos los campos, las altas vulnerabilidades están ampliamente representadas, en especial en los de las alternativas de funcionamiento y de preparación para crisis.

El cruce de la vulnerabilidad global con las ramas de actividad permite ir más lejos en el análisis (figura 8-2A).

Figura 8-2
Vulnerabilidad de las empresas según la rama de actividad



La situación de las empresas de transporte es, de lejos, la más crítica[18]. Vienen luego los establecimientos que se dedican al comercio, a la industria, a las actividades petroleras y a la construcción[19]. Las empresas agrícolas y las que ofrecen servicios a empresas aparecen como las menos vulnerables. Esta apreciación global oculta sin embargo realidades contrastadas según la actividad ejercida (cuadro 8-7), la forma de vulnerabilidad considerada (figuras 8-2B a 8-2F) y el tamaño de la empresa (figuras 8-3A a 8-3F).

Si bien las actividades de transporte presentan una vulnerabilidad global uniformemente elevada y los servicios a empresas una vulnerabilidad baja en conjunto independientemente de la actividad considerada (cuadro 8-7), las demás ramas revelan una situación más heterogénea. Así, en el campo petrolero la diferencia es sensible entre las empresas extractoras y las que les ofrecen servicios. Las primeras son más vulnerables en particular debido a la existencia de menos alternativas de funcionamiento y a una vulnerabilidad intrínseca un tanto más marcada.

En el campo comercial las diferencias son también significativas, siendo el comercio de electrodomésticos, de vehículos y la hotelería más vulnerable que el de productos agrícolas, alimentarios o químicos. Esto se debe en parte a la fuerte dependencia, por su inserción «aguas abajo» de la cadena de producción, del comercio de electrodomésticos y de vehículos y por la importante vulnerabilidad intrínseca de la hotelería.

En el campo industrial es muy marcada la oposición entre la industria automotriz y mecánica por una parte, y la industria farmacéutica por otra. La primera presenta, más que la segunda, problemas de alternativas, de dependencia y de preparación para manejo de crisis.

Las empresas agrícolas son relativamente cercanas en términos de vulnerabilidad global, relativamente baja, aunque las florícolas parecen ser las más frágiles debido a su vulnerabilidad intrínseca y a su dependencia frente a las infraestructuras (en especial el aeropuerto y la red vial), que son particularmente elevadas.

El análisis de las diferentes formas de vulnerabilidad (figuras 8-2B a 8-2F) muestra situaciones muy contrastadas salvo, tal vez, en el caso de la preparación para crisis donde, en todas las ramas, aparece siempre un porcentaje relativamente elevado (entre 25 y 55) de empresas mal preparadas[20].

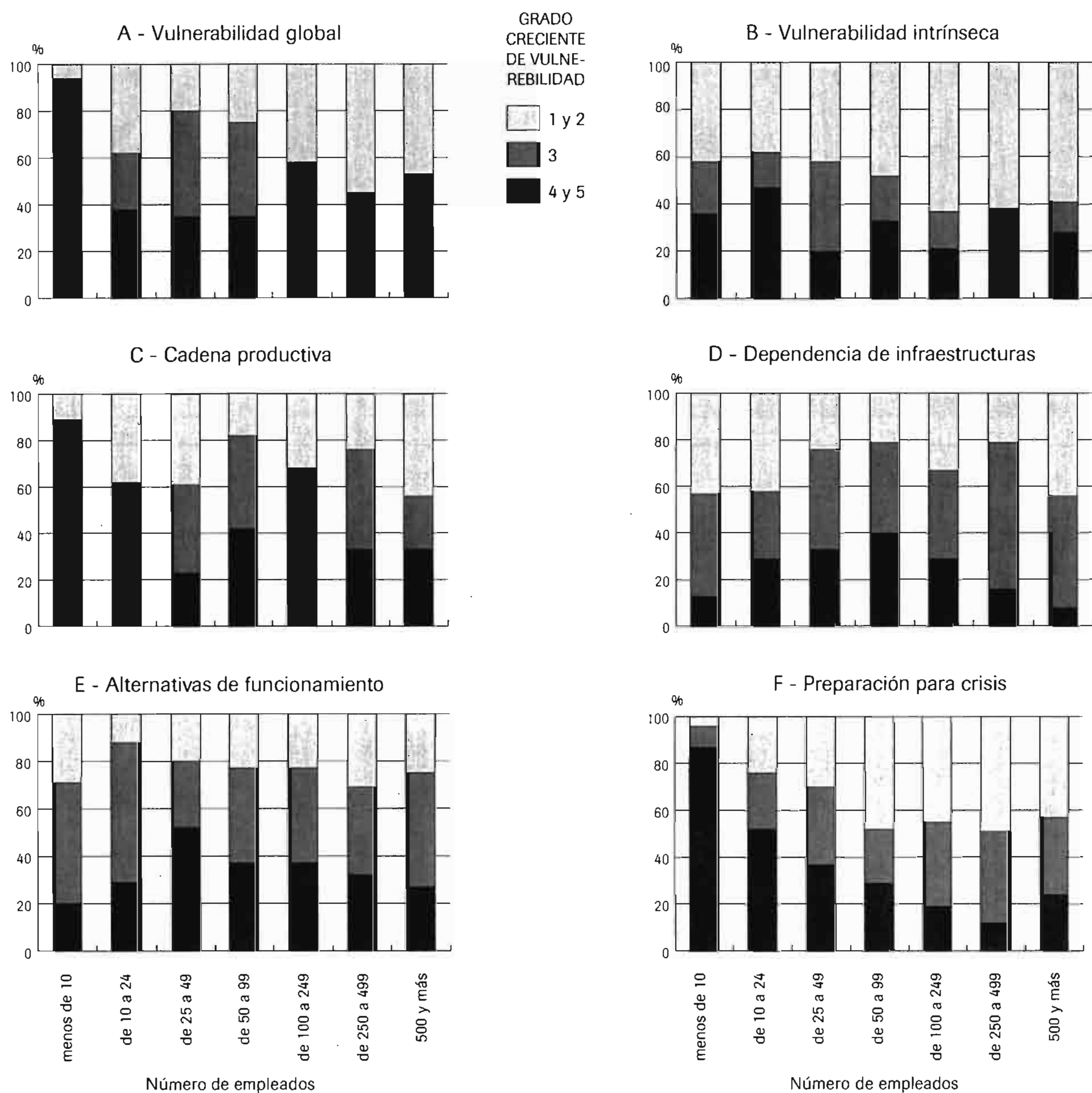
---

18 Recordamos que la rama «Transporte» no corresponde exactamente a la de la CIIU. Aquí comprende las empresas de transporte y las agencias de viajes y turismo.

19 También se trata de la categoría «Otros» que reúne una gran diversidad de empresas: imprentas, producción y distribución de energía eléctrica, telefonía, servicios hospitalarios, canales de televisión, etc.

20 La preparación parece sin embargo menor en los campos del transporte, del comercio y de la construcción. En este último caso, la constante rotación de los obreros (en el plano tanto geográfico como profesional) parece explicar esta situación.

Figura 8-3
Vulnerabilidad de las empresas según su tamaño

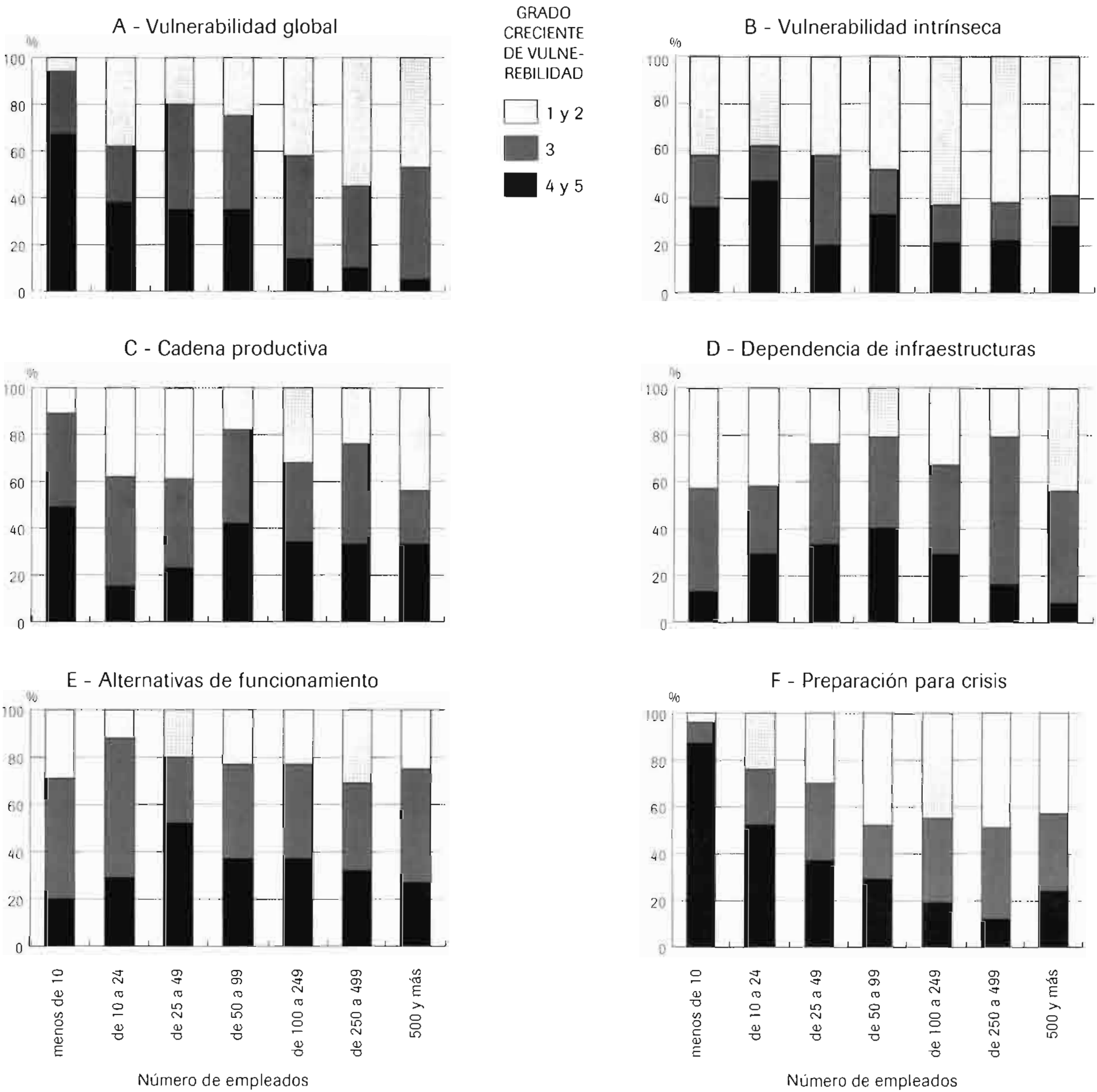


Cuadro 8-7: Niveles de vulnerabilidad global según la actividad de las 333 empresas encuestadas

Rama y actividad	Vulnerabilidad global baja y relativamente baja (nivel 1 y 2)		Vulnerabilidad global relativamente alta (nivel 3)		Vulnerabilidad global alta a muy alta (nivel 4 y 5)		Validez estadística	Total encuestas
	Número de empresas	% empresas*	Número de empresas	% empresas*	Número de empresas	% empresas*		
Transporte								
Compañías de aviación	0	0	0	0	7	100	Sí	7
Agencias de viajes y turismo	0	0	3	17,6	14	82,4	Sí	17
Comercio								
Electrodomésticos	1	6,7	4	26,7	10	66,7	Sí	15
Otros	2	15,4	3	23,1	8	61,5	Sí	13
Hoteles	1	6,7	9	60	5	33,3	tendencia	15
Automóviles	3	17,6	9	52,9	5	29,4	No	17
Gasolineras	2	50	1	25	1	25	No	4
Alimentario	4	25	9	56,3	3	18,7	No	16
Químicos	2	33,3	3	50	1	16,7	No	6
Agrícolas	4	44,4	4	44,4	1	11,1	tendencia	9
Industria								
Automóviles	0	0	3	50	3	50	tendencia	6
Mecánica	1	11,1	5	55,6	3	33,3	No	9
Textiles	6	35,3	6	35,3	5	29,4	No	17
Alimentaria	13	48,1	8	29,6	6	22,2	tendencia	27
Madera	2	40	2	40	1	20	No	5
Químicos	1	20	3	60	1	20	No	5
Otros	1	16,7	4	66,7	1	16,7	No	6
Farmacéuticos	9	90	1	10	0	0	Sí	10
Minas								
Extracción de petróleo	2	11,1	12	66,7	4	22,2	No	18
Servicios petroleros	10	66,7	4	26,7	1	6,7	Sí	15
Construcción	12	50	9	37,5	3	12,5	Sí	24
Agricultura								
Flores	5	31,3	8	50	3	18,8	tendencia	16
Otros	2	40	3	60	0	0	tendencia	5
Aves	3	75	1	25	0	0	tendencia	4
Servicios a empresas								
Otros	1	33,3	0	0	2	66,6	No	3
Consultorías y auditorías	4	80	1	20	0	0	Sí	5
Arrendamiento bienes inmuebles	3	75	1	25	0	0	tendencia	4
Servicios financieros	11	73,3	4	26,7	0	0	Sí	15
Colocadoras de empleo	2	50	2	50	0	0	tendencia	4
Otros	6	37,5	5	31,3	5	31,3	No	16
TOTAL	113	33,9	127	38,2	93	27,9		333

* Cuando el porcentaje de encuestas en muy bajo se deben tomar los porcentajes con precaución. Estos no reflejan sino tendencias.

Figura 8-3
Vulnerabilidad de las empresas según su tamaño



En materia de vulnerabilidad intrínseca, las empresas de transporte y los establecimientos agrícolas se destacan más claramente y, entre estos últimos, particularmente los florícolas. Sin embargo, la vulnerabilidad es también elevada en varias empresas comerciales como los hoteles, las panaderías, los supermercados que tienen poca o ninguna reserva y que además elaboran productos perecibles sin tener, en algunos casos, un apuntalamiento financiero suficiente. Las empresas de servicios, en particular financieros, figuran también a menudo en las categorías más vulnerables debido, en especial, a sus dificultades para soportar una interrupción de actividades.

Los contrastes son también sumamente marcados en el caso de las otras formas de vulnerabilidad. Las empresas comerciales y de construcción son las más frágiles en términos de dependencia ligada a su ubicación en la cadena de producción. Las primeras venden frecuentemente productos muy elaborados (automóviles, computadoras, fotocopiadoras, electrodomésticos...) y las segundas requieren a menudo de productos elaborados[21].

Son sobre todo las empresas de transporte y las que se dedican a la extracción de petróleo las que se distinguen en el plano de la dependencia de las infraestructuras, en especial del aeropuerto y de las vías. Varias empresas de construcción se encuentran igualmente en esta situación[22]. Por su parte, las empresas industriales, mineras (sobre todo de extracción de petróleo) y de servicios a empresas presentan las mayores dificultades en materia de alternativas de funcionamiento[23].

El análisis comparativo según el tamaño de las empresas se revela muy significativo (figuras 8-3A a 8-3F). En términos de vulnerabilidad global (figura 8-3A), las pequeñas empresas (menos de 10 empleados) se distinguen claramente. Cerca del 70% de ellas se ubican en los dos rangos más elevados de vulnerabilidad y apenas algo más del 6% pueden considerarse como de una vulnerabilidad baja a relativamente baja. Luego, la vulnerabilidad decrece por niveles, presentando las empresas con 10 a 100

21 Por ejemplo, las empresas constructoras de obras públicas demandan, para construir puentes, estructuras de acero; las empresas constructoras de edificios, para los acabados, grifería, muebles, etc.

22 La dependencia de esas empresas es multiforme. Tienen una fuerte dependencia de los combustibles en la medida en que la maquinaria pesada funciona con diesel. Dependen además de la energía eléctrica, pues algunas herramientas funcionan con electricidad. El agua es necesaria para la mezcla de insumos. Las carreteras son fundamentales para la movilización del personal, ya que las obras se ubican en distintos lugares. La dependencia del aeropuerto se explica en la medida en que parte del personal ejecutivo da seguimiento a las obras que se realizan fuera de la ciudad.

23 Empresas como las que se dedican a la extracción de petróleo, las madereras o las colocadoras de empleo son particularmente características de este tipo de situación.

empleados una vulnerabilidad bastante uniforme, al igual que aquellas con más de 100. Las de 500 y más presentan sin embargo el menor grado de vulnerabilidad global considerando solo las dos categorías de mayor vulnerabilidad (5% de los establecimientos). No obstante, esto refleja situaciones contrastadas según las formas de vulnerabilidad y se observará que no siempre se respeta claramente la jerarquía descendente, en detrimento de las pequeñas empresas, a no ser en términos de preparación para crisis (figura 8-3F). En este campo, las empresas de menos de 25 empleados, y sobre todo las de menos de 10, son mucho más vulnerables que las demás. Al no tener un apuntalamiento financiero importante, no pueden destinar recursos para la mitigación de riesgos (planes, simulacros) o la recuperación después de un desastre (seguros). Tampoco pueden suplir los servicios públicos (teléfono, energía eléctrica) con servicios privados, más costosos (telefonía satelital o celular, generadores). Se observará, sin embargo, que la proporción de empresas vulnerables en términos de preparación para crisis tiende a aumentar con las empresas más grandes, lo que se debe ante todo a ciertas empresas de construcción y establecimientos de servicios a empresas, en especial las colocadoras de empleo.

En los demás campos de vulnerabilidad, las empresas más pequeñas no son siempre las más frágiles, a no ser en términos de vulnerabilidad intrínseca, en la medida en que su reserva monetaria es por lo general insuficiente para soportar una interrupción de actividades en período de crisis, sin contar con la dificultad de tener reservas sustanciales. La vulnerabilidad debida a la inserción de las empresas en la cadena de producción no está al parecer vinculada a su tamaño. En cambio, en lo que respecta a la dependencia frente a las infraestructuras y a las alternativas de funcionamiento, parece que son sobre todo las empresas de tamaño mediano (entre 25 y 250 empleados) las que presentan la mayor vulnerabilidad, lo que puede explicarse, al menos en el caso de las alternativas, por una menor flexibilidad en comparación con las más grandes o las más pequeñas.

4. Vulnerabilidad de las 90 empresas más importantes del DMQ

Se consideraron como las empresas más importantes del DMQ las que aparecen en la clasificación de la Superintendencia de Compañías («Ranking empresarial 2002»)[24], establecida con base en tres criterios de peso equivalente: el activo, el patrimonio y las ventas. Los cuadros 8-8 (nombre de las empresas), 8-9 (repartición por rama de actividad) y 8-10 (repartición según el número de empleados) permiten caracterizar a esas empresas. Se observará la importancia numérica de las empresas industriales que representan cerca de un tercio del conjunto, seguidas de

[24] Se había partido de la lista de 100 empresas más importantes según la clasificación de la Superintendencia de Compañías, pero 10 de ellas se tuvieron que descartar pues no disponen sino de una representación jurídica en el DMQ.

Cuadro 8-8
Las 90 empresas más importantes del DMQ

Aceropaxi	Confiteca	Novartis
Adelca	Coviprov	Occidental
Aga	Danec	Oil trader
Agip Ecuador	Ecuagran	Omnibus BB
Aglomerados Cotopaxi	Edesa	Otecel
Air France	El Comercio	Palmeras de los Andes
Ales	Empresa Eléctrica Quito	Perez Company
Amazonashot	Emsaairport	Pinturas Cóndor
Andinatel	Endesa	Pool Internacional
Automotores Continental	Enkador	Proesa
Avon	Farcomed	Pronaca
Ayasa	Ferrero	Quifatex S.A.
Aymesa	General Motors	Reda
Baker Hugues Inteq	Gmac del Ecuador	Roche
Baker RTC Delaware	Grünenthal Ecuatoriana	Saia
Basf Ecuatoriana	Helmerich Payne	Sancela
BJ Services Company	Herdoiza Crespo	Schlumberg Surenco
Bopp del Ecuador	Hidalgo & hidalgo	Selva Alegre
Botrosa	Hilton Colon	Surindu
Bottling Company	IBM del Ecuador	Tanasa
Bristol-Myers	Ideal Alambrec	Tecpecuador
Casa Baca	Impsatel	Tenasa
Cepsa	Kerr-Megee	Teojama Comercial
Cervecería Andina	KLM	Termopichincha
CGC	La favorita	TVcable
Challenge Air Cargo Inc.	La Internacional	Transelectric
City Investing CL	Maresa	Urazul
City Oriente Limited	Metrocar	Xerox
Comdecsa	Mobil-Oil	Yanbal
Comohogar	Nestlé	YPF

Fuente: «Ranking Empresarial 2002», Superintendencia de Compañías

Cuadro 8-9: Ramas y actividades de las 90 empresas más importantes del DMQ

Rama y actividad	Número de empresas	%
Agricultura	2	2,2
Minas	15	16,7
Extracción petroleo	8	8,9
Servicios petroleros	7	7,8
Industria	31	34,4
Alimentaria	9	10
Farmacéutica	4	4,4
Madera	2	2,2
Mecánica	3	3,3
Química	3	3,3
Textil	3	3,3
Automóvil	3	3,3
Otros	4	4,4
Construcción	4	4,4
Comercio	24	26,7
Automóvil	8	8,9
Químicos	5	5,6
Electrodomésticos	3	3,3
Gasolineras	3	3,3
Hoteles	2	2,2
Alimentos	1	1,1
Otros	2	2,2
Servicios a empresas	1	1,1
Transporte	4	4,4
Otros	9	10
TOTAL	90	100

Cuadro 8-10: Las 90 empresas más importantes del DMQ en función del número de empleados

Empleos generados	Número de empresas	%
Menos de 25	2	2,2
de 25 a 49	7	7,8
de 50 a 99	17	18,9
de 100 a 249	29	32,2
de 250 a 499	22	24,4
500 y más	13	14,4
TOTAL	90	100

las empresas comerciales (26,7%) y de las empresas petroleras (16,7%). Estos establecimientos emplean a más de 30.000 personas y son globalmente de gran tamaño: más del 70% tienen más de 100 empleados y el 14,4% más de 500.

Las empresas consideradas están localizadas en el mapa 8-4 que indica también su tamaño según el número de empleos generados. En su gran mayoría se ubican en el espacio central de Quito y particularmente en La Mariscal, La Carolina y en el sector del aeropuerto, destacándose igualmente las zonas industriales del norte y del sur de la ciudad y algunas pocas empresas situadas fuera de los límites de la capital.

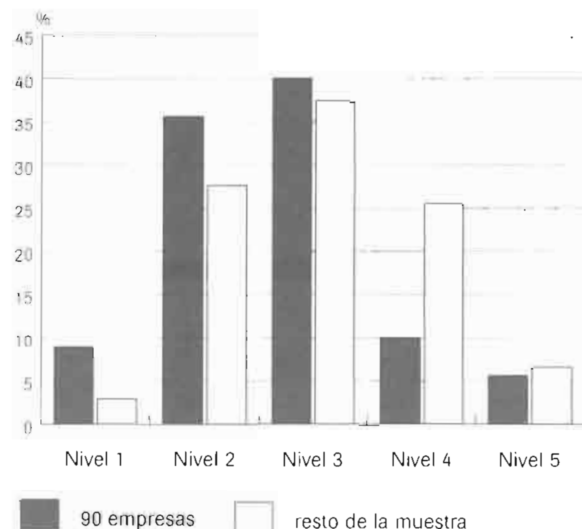
A estas 90 empresas, comprendidas en las 333 a las que se aplicó la encuesta, se atribuyó, como a las demás

243, el índice de vulnerabilidad global correspondiente al cúmulo de las diferentes formas de vulnerabilidad analizadas anteriormente. No se repetirá para las 90 empresas el análisis detallado de la vulnerabilidad realizado para toda la muestra. Los resultados de la encuesta presentados antes son igualmente válidos en el caso de estas empresas importantes para la apreciación de la vulnerabilidad según sus diversas formas, las ramas, las actividades y el tamaño de las empresas. Se anotará sin embargo que la vulnerabilidad de estas 90 empresas es, en conjunto, menor que la del resto de la muestra (figura 8-4), lo que se debe en especial a su tamaño: ya se vio que las empresas más grandes son menos vulnerables que las más pequeñas[25].

La localización de las 90 empresas más importantes del DMQ permitió tomar en cuenta otras formas de vulnerabilidad, esta vez espaciales, que vienen a sumarse a las que caracterizan al conjunto de 333 empresas. Se trata de su accesibilidad y de su exposición a las amenazas. No obstante, como se anotó al inicio de este capítulo, las empresas que determinan los lugares esenciales de la economía del DMQ son, en general, fácilmente accesibles (mapa 8-3). Los pocos matices observados no son suficientes para hacer de la accesibilidad un criterio discriminante de vulnerabilidad. Por ello, se consideró como criterio espacial de vulnerabilidad solamente la exposición a las amenazas que se puede sumar a las formas de vulnerabilidad analizadas anteriormente.

El análisis de la exposición a las diferentes amenazas[26] de cada una de las empresas permitió llegar al mapa 8-5 que representa el grado de vulnerabilidad ligado a ese factor. Como en el caso de las otras formas de vulnerabilidad, los valores van de 1 a 5 pero

Figura 8-4
Comparación de las 90 empresas con el resto de la muestra en materia de vulnerabilidad global



Grado creciente de vulnerabilidad global (333 empresas)

25 El número promedio de empleados de las 90 empresas es de 340, mientras que esa cifra es de 184 tratándose del resto de la muestra.

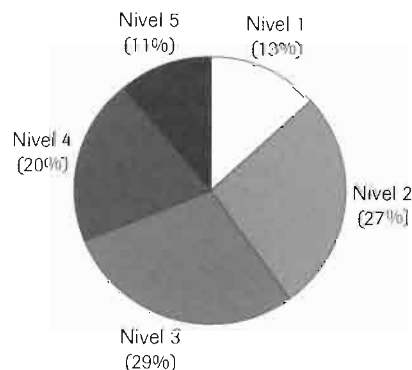
26 En este análisis se consideraron las seis amenazas objeto del capítulo 3.

tratándose de las empresas los valores extremos (1 y 5) no están representados[27]. Sin embargo, las 90 empresas están en conjunto muy expuestas y 20 de ellas alcanzan el nivel 4 de vulnerabilidad en este campo.

Para cada empresa, se sumó el valor del grado de vulnerabilidad por exposición a amenazas con los valores de las otras formas de vulnerabilidad obtenidos mediante las encuestas. Se estableció así una nueva clasificación que permite diferenciar a las 90 empresas según 5 grados de vulnerabilidad incluyendo, esta vez, la exposición a las amenazas. En los mapas 8-6 y 8-7 se destacan las empresas que registran el mayor grado de vulnerabilidad global (niveles 4 y 5): el primero no considera la exposición a las amenazas, el segundo sí. Se observa que este componente incrementa sensiblemente la vulnerabilidad global de muchas empresas, pasando el número de aquellas de vulnerabilidad alta o muy alta de 14 a 28, con lo que la densidad de empresas particularmente frágiles aumenta en el espacio central y en el sur de Quito.

La repartición de las empresas según el nuevo grado de vulnerabilidad global (que comprende la exposición a las amenazas) indica que 28 de ellas, es decir cerca de un tercio, son alta a muy altamente vulnerables y solamente el 13% presentan una baja vulnerabilidad (figura 8-5). Entre las más vulnerables, 8 son comerciales y 8 industriales. Las demás corresponden al transporte aéreo, la actividad petrolera y la construcción (cuadro 8-11). Estas empresas emplean a cerca de 9.000 personas y algunas son grandes empleadores: 8 de ellas emplean a más de 250 personas y la mayor cuenta con 2.500 trabajadores (cuadro 8-12). La probabilidad de que estas empresas sean dañadas o interrumpan su funcionamiento en período de crisis debido a eventos internos o externos es alta. El riesgo es pues elevado ya sea para las empresas, sus empleados o el Distrito en su conjunto.

Figura 8-5
Repartición de las 90 empresas más importantes del DMQ según su grado de vulnerabilidad global (incluida la exposición a las amenazas)



[27] Se uniformizó el rango de valores correspondientes a los grados de exposición a las amenazas para todos los elementos esenciales analizados en la segunda parte del libro (por ejemplo, de la red de energía eléctrica, del abastecimiento de agua potable, etc.). En este contexto, las 90 empresas no registran los valores extremos que pueden observarse en el caso de otros elementos esenciales.

Cuadro 8-11: Rama y actividad de las empresas más vulnerables entre las más importantes del DMQ

Rama y actividad	Número de empresas altamente vulnerables
Comercio automóviles	4
Comercio químicos	2
Comercio electrodomésticos	1
Comercio gasolineras	1
Industria mecánica	3
Industria alimentaria	2
Industria química	1
Industria automotriz	1
Industria otros	1
Construcción	1
Minas extracción petróleo	2
Minas servicios petroleros	1
Transporte aviación	4
Otros	4
TOTAL	28

Cuadro 8-12
Tamaño de las empresas más vulnerables entre las 90 más importantes del DMQ

Empleos generados	Número de empresas altamente vulnerables
Menos de 25	0
de 25 a 49	3
de 50 a 99	11
de 100 a 249	6
de 250 a 499	5
500 a 2.500	3
TOTAL	28

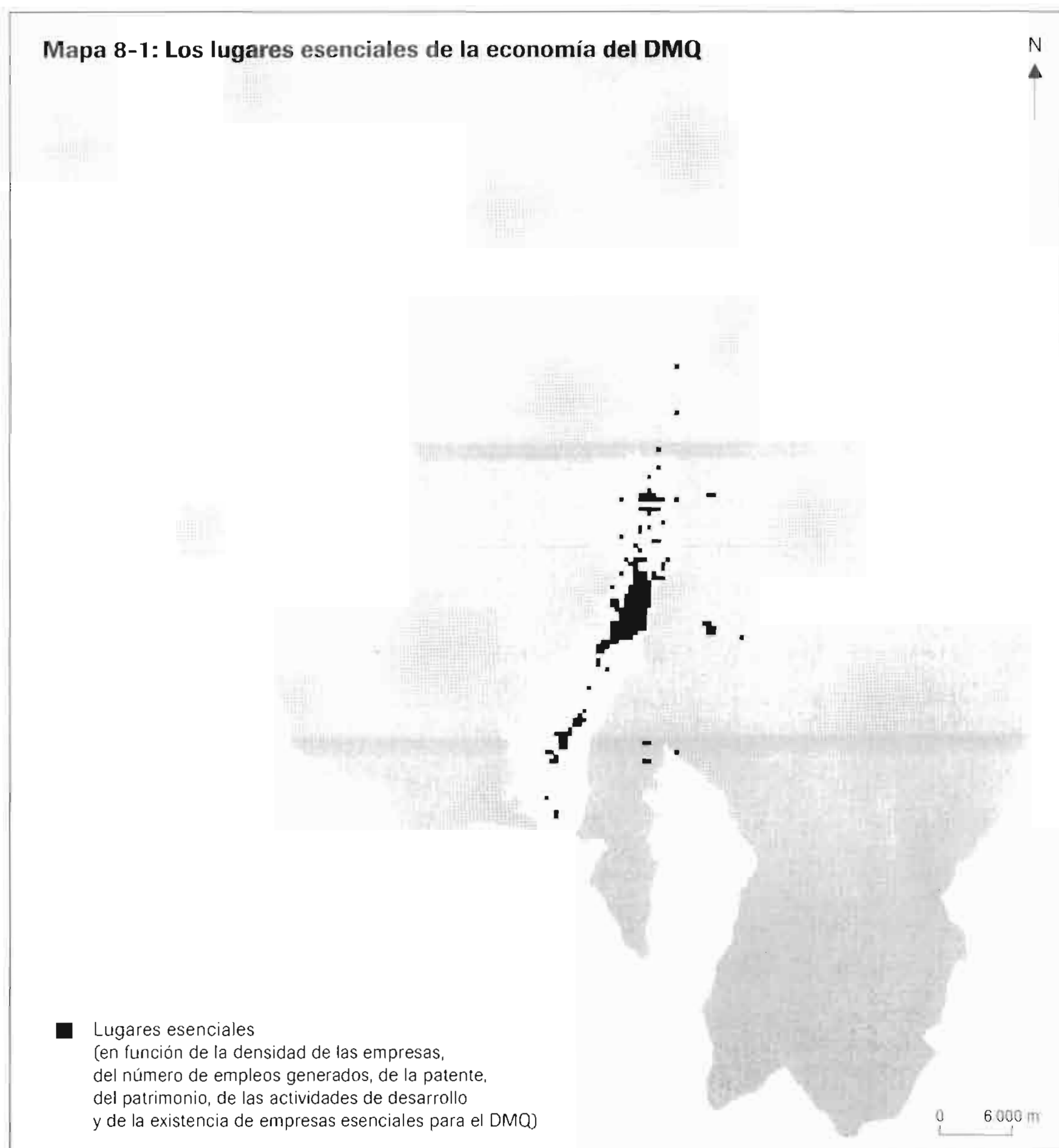
Conclusión

Después del estudio de la vulnerabilidad de las redes de infraestructura, el análisis de las empresas constituye una nueva etapa en el análisis de la vulnerabilidad de los elementos esenciales del DMQ.

El enfoque basado en los criterios espaciales de vulnerabilidad muestra que los lugares esenciales de la economía del Distrito presentan debilidades importantes debido a su exposición a las amenazas, pero mucho menos en términos de accesibilidad.

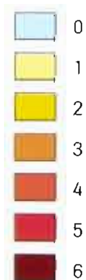
El análisis de vulnerabilidad de la muestra de 333 empresas del DMQ pone en evidencia la vulnerabilidad de gran número de ellas bajo diferentes formas, se trate ya sea de debilidades internas, de marcadas dependencias, de insuficientes alternativas de funcionamiento o de carencias en la preparación para crisis. Las empresas vinculadas a los transportes (compañías de aviación y agencias de viajes) son globalmente las más vulnerables pero las demás ramas de actividad también lo son, en mayor o menor medida, según las formas de vulnerabilidad consideradas. La forma de vulnerabilidad que ubica a las empresas en un plano de igualdad es la referente a la preparación para crisis que, en conjunto, es deficiente. Por otra parte, las empresas más pequeñas se revelan como las más vulnerables aunque entre las grandes también se encuentran algunas de igual nivel de vulnerabilidad.

Las 90 empresas más importantes del DMQ, según la clasificación de la Superintendencia de Compañías, constituyen elementos esenciales del desarrollo metropolitano. Cerca de un tercio de ellas son particularmente vulnerables, lo que significa un riesgo mayor para el Distrito en su conjunto.


Mapa 8-1: Los lugares esenciales de la economía del DMQ
N
Lugares esenciales
(en función de la densidad de las empresas,
del número de empleos generados, de la patente,
del patrimonio, de las actividades de desarrollo
y de la existencia de empresas esenciales para el DMQ)
0
6 000 m

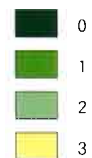
Mapa 8-2
Exposición a las amenazas de los lugares esenciales de la economía del DMQ
(alto y moderado nivel de peligro, véase el mapa 3-16)

Número de amenazas en las mallas



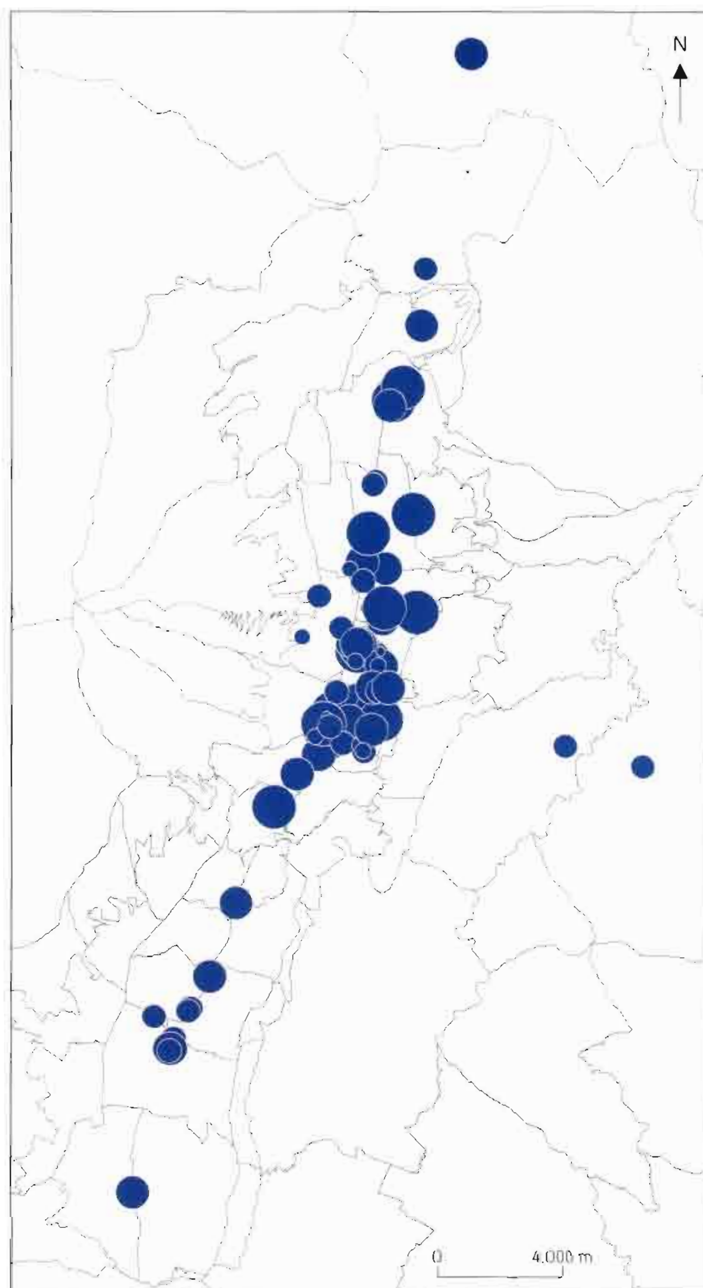
Mapa 8-3
Accesibilidad de los lugares esenciales de la economía del DMQ

Grado de accesibilidad
(va de 0 a 6 para el conjunto del DMQ, véase mapa 2-4)



N

0 4.000 m

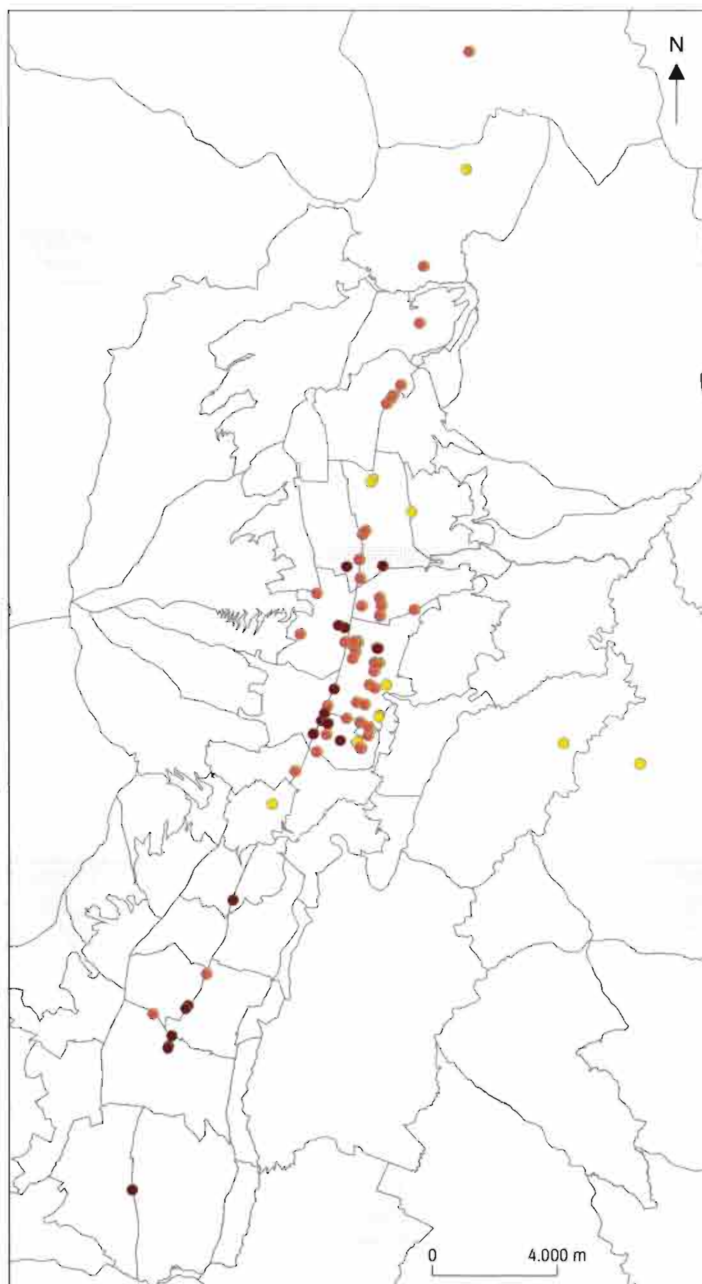


Mapa 8-4
Localización de las 90 empresas más importantes del DMQ y repartición según el número de empleos generados

Número de empleos

- [20, 25[
- [25, 50[
- [50, 100[
- [100, 250[
- [250, 500[
- [500, 2.768]

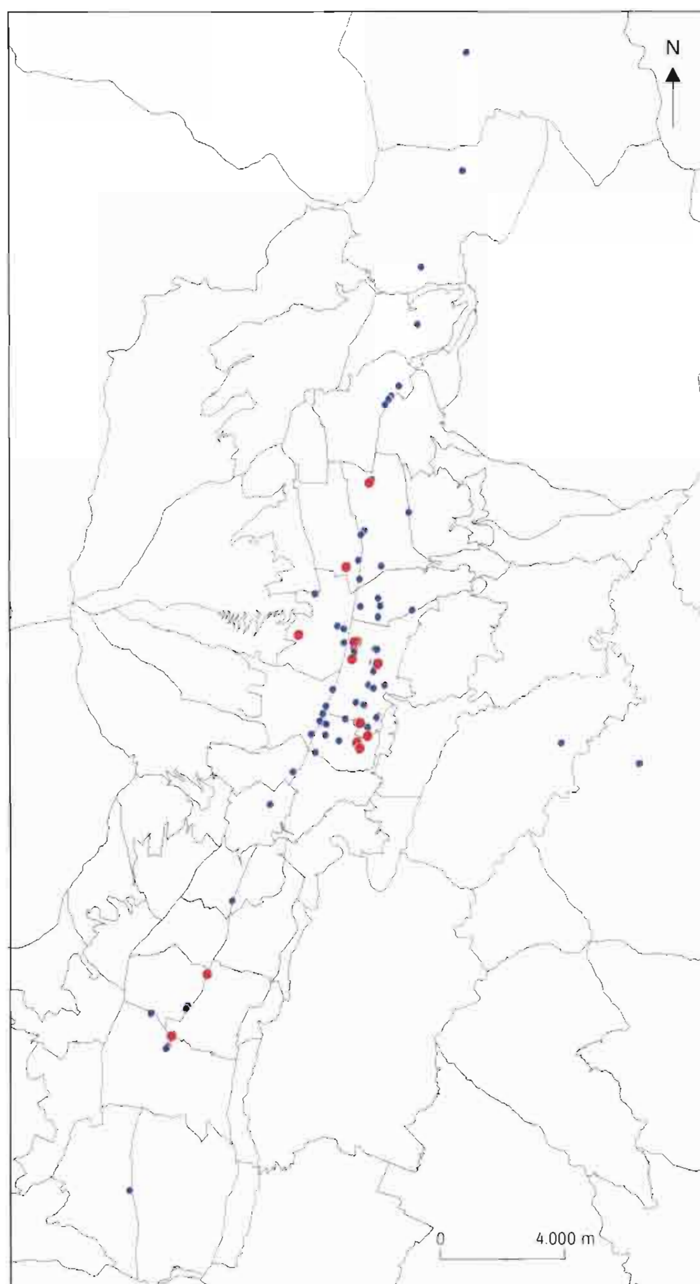
Fuente de los datos:
«Ranking empresarial 2002».
Superintendencia de Compañías



Mapa 8-5
Vulnerabilidad vinculada a las amenazas que pesan sobre las principales empresas del DMQ

Número de amenazas a las que están expuestas las empresas

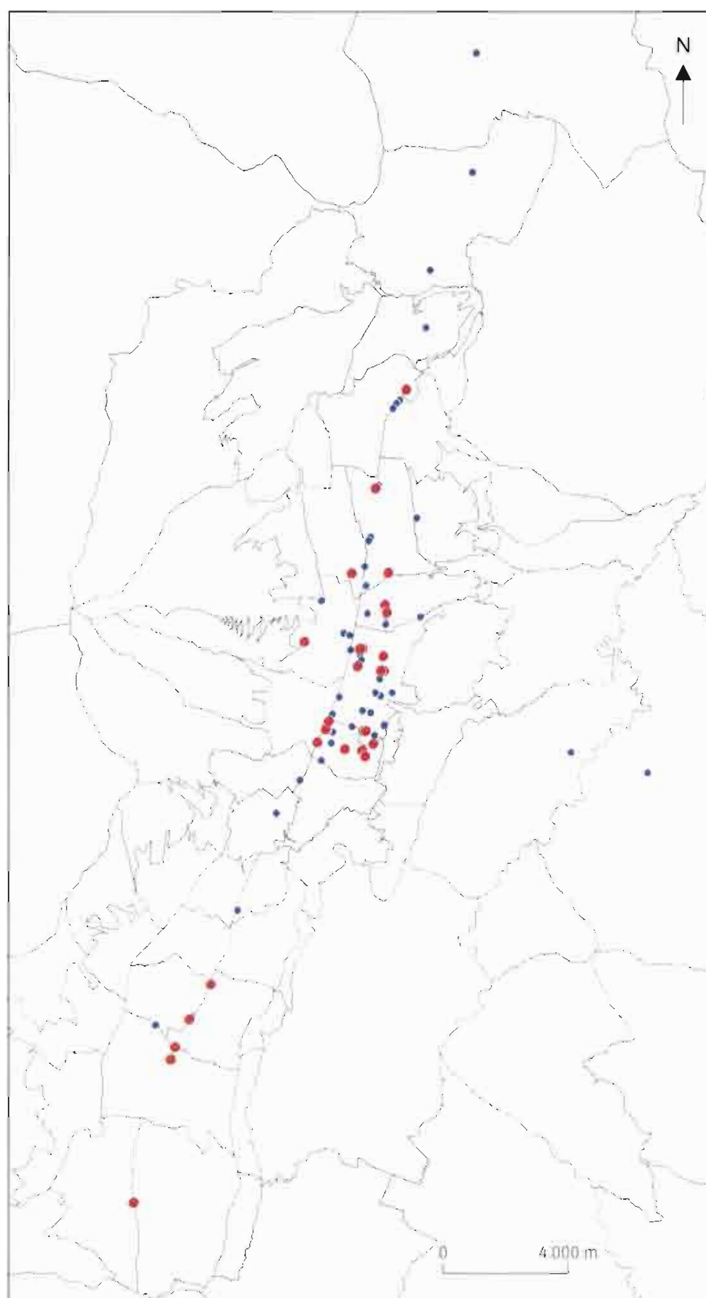
- 2
- 3
- 4



Mapa 8-6
Vulnerabilidad global de las principales empresas del DMQ
(sin exposición a las amenazas)

Empresas más vulnerables (14)

Otras empresas (76)



Mapa 8-7
Vulnerabilidad global de las principales empresas del DMQ
(incluyendo la exposición a las amenazas)

- Empresas más vulnerables (28)
- Otras empresas (62)

CAPÍTULO 9
Vulnerabilidad de la población del DMQ

1. La vulnerabilidad de la población: enfoque, método y criterios de apreciación

Como toda política de prevención de los riesgos apunta a proteger en primer lugar a los habitantes, es esencial comprender lo que fundamenta la vulnerabilidad de la población. ¿Qué hará más frágil a una población ante una posible catástrofe? ¿Qué características de la población vendrán a amplificar las consecuencias de un desastre?

La primera causa de vulnerabilidad de la población es probablemente la pobreza, aprehendida no solo en términos de ingresos sino bajo el ángulo más general de la calidad de vida, del acceso a la vivienda y a los servicios y equipamientos básicos, y también del nivel de instrucción. Esta afirmación permite subrayar de entrada el estrecho vínculo existente entre vulnerabilidad y desarrollo, confirmado en muchas ocasiones no solamente en los estudios de ciencias sociales que relacionan el impacto de los desastres con el nivel de desarrollo[1], sino igualmente en los balances de las catástrofes realizados por los organismos de desarrollo o de manejo de crisis[2]. Este vínculo establece desde el inicio los límites de las políticas de reducción de la vulnerabilidad, pues la

---

1 Véanse, por ejemplo, Blaikie y otros (1994), Gallais (1994), Lavell (1994), D'Ercole y Pigeon (1999), D'Ercole (2003).

2 Véanse Cruz Roja (1993) y PNUD (1997).

prevención de los riesgos no tiene como objetivo, en general, ni la lucha contra la pobreza ni el desarrollo.

El análisis de la vulnerabilidad de la población ha seguido un procedimiento y una metodología adaptados a la gravedad y a la especificidad que representa el hecho de tratar un tema tan sensible como el de la vulnerabilidad de los habitantes. Por ello, a diferencia de los demás capítulos que analizan la vulnerabilidad de elementos esenciales producto de una selección, el estudio aquí presentado considera la población en su conjunto. Para la comprensión de los riesgos en el DMQ es necesario el conocimiento de la vulnerabilidad de toda la población del Distrito y no habría sido razonable limitarse a las zonas identificadas como elemento esencial en el primer libro (véase D'Ercole y Metzger, 2002). La comparación de los resultados del análisis de vulnerabilidad de la población con la densidad y el número de habitantes cumple con el objetivo de determinar los sectores más críticos y por tanto los más susceptibles de ser objeto de una política dirigida de reducción de los riesgos. El análisis considera pues a toda la población del DMQ. Sin embargo, los criterios de selección de las zonas esenciales de población tuvieron en cuenta datos inéditos relativos a la localización de la población de día. Esta aproximación numérica y espacial es una información crucial para manejar una situación de crisis. Por ende, este capítulo sobre la vulnerabilidad de la población, aunque no se concentra en los espacios esenciales de la población, ofrece sin embargo una lectura de esos espacios en relación con las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial, es decir la accesibilidad y la exposición a las amenazas.

Por otro lado, desde el punto de vista metodológico, las seis formas de vulnerabilidad presentadas en la introducción (vulnerabilidad intrínseca, exposición a las amenazas y susceptibilidad de daños, accesibilidad, dependencia de otros sistemas, alternativas de funcionamiento, preparación para crisis) y que sirven de hilo conductor para el análisis de vulnerabilidad, no son todas pertinentes o fácilmente utilizables en lo que atañe a la población. Así, no se trataron dos de ellas: las alternativas de funcionamiento y la dependencia de otros sistemas[3]. Además, la apreciación de la vulnerabilidad de la población podría tener en cuenta una infinidad de variables, desde la estructura etaria y el nivel de educación hasta la existencia de redes familiares o asociativas

[3] Sin embargo, se puede pensar en tomarlas en consideración. Por ejemplo, la dependencia frente al agua puede diferir según el tipo de abastecimiento (red pública, red comunitaria, pozo individual, sistemas alternativos) y las prácticas sociales de consumo (cantidades, tipos de uso). Se abordó parcialmente este aspecto de la cuestión en el capítulo 10 que trata de los elementos útiles para el manejo de crisis. Las alternativas de funcionamiento podrían consistir, en el caso de una familia, en las posibilidades de alojarse en otro lugar en caso de daños o destrucción de su vivienda (posesión de otra residencia, acogida por parte de miembros de la familia, capacidad de pagar un hotel, o albergue provisional como única alternativa).

de solidaridad, pasando por la calidad de la vivienda y las características del lugar de trabajo, la importancia y la estabilidad de los ingresos, la calidad del seguro social y los seguros individuales... Como la generación de este tipo de datos supera ampliamente el marco del programa «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito», el trabajo realizado para evaluar la vulnerabilidad de la población del DMQ se apoyó esencialmente en una lectura espacial de datos provenientes del censo de 2001, completada con las informaciones relativas a las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial, es decir la exposición a las amenazas y la accesibilidad (presentadas en los capítulos 2 y 3 respectivamente de este libro). Paralelamente se efectuó un estudio específico para calificar la vulnerabilidad de los habitantes de los barrios de Quito y dar cuenta, además de las otras formas de vulnerabilidad analizadas para todo el Distrito, de la preparación para crisis.

El análisis de la vulnerabilidad de la población aquí presentado cubre entonces, en primer lugar, el Distrito en su conjunto. Las variables del censo permitieron elaborar un indicador de vulnerabilidad sociodemográfica. La observación de la fragilidad demográfica, social y económica de la población, partiendo de un análisis de sus características y condiciones habituales de vida, posibilitó, en efecto, dar cuenta de su vulnerabilidad intrínseca que, en situación de crisis, va a desempeñar un papel amplificador del impacto de un desastre. Tal indicador, combinado con otras dos formas de vulnerabilidad provenientes de la calificación de los espacios en términos de accesibilidad y de exposición a las amenazas, permitió una lectura espacial de la vulnerabilidad global de la población. Por otro lado, el levantamiento y el tratamiento de datos complementarios sobre los barrios de Quito tenía como objetivo ofrecer una lectura más completa de la vulnerabilidad en la zona geográfica donde se concentra la mayor parte de la población del Distrito. Procediendo a un análisis adaptado de la accesibilidad de los barrios, y proponiendo su calificación en términos de preparación para crisis, se pudo elaborar una cartografía que jerarquiza la vulnerabilidad de la población de los barrios de Quito tratando 4 formas: la vulnerabilidad intrínseca, la accesibilidad, la preparación para crisis y la exposición a las amenazas. En última instancia, dada la importancia, para el manejo de crisis, de los espacios esenciales en términos de población, estos fueron simplemente analizados considerando su accesibilidad y su exposición a las amenazas, puesto que los indicadores de vulnerabilidad intrínseca no eran utilizables[4].

[4] En efecto, los datos del censo no permiten dar cuenta de la vulnerabilidad de la población sino en su lugar de residencia. Ahora bien, las zonas esenciales en términos de población consideran los sectores de concentración de la población de día, es decir la distribución de los habitantes justamente cuando no están en su casa.

2. Vulnerabilidad de la población del DMQ

Seis datos simples, provenientes del censo de 2001 y disponibles por zonas INEC, pueden dar cuenta de una cierta vulnerabilidad de la población:

- Los niños: la población muy joven es particularmente vulnerable, puesto que no es autónoma, no es consciente de los riesgos, es físicamente frágil y demanda cuidados particulares.
- Los ancianos: la población de edad es vulnerable por ser físicamente frágil, demandar cuidados particulares y ser poco autónoma.
- El nivel de instrucción: La población sin o con muy poca instrucción es más vulnerable, pues tiene menos capacidad de adaptarse, de hacer frente a una situación inhabitual, de obtener y comprender las informaciones, en especial aquellas que se entregan en el marco de la prevención de riesgos o durante una situación de emergencia.
- El acceso a la energía eléctrica: la proporción de la población que no tiene acceso a la energía eléctrica es un indicador de pobreza y de marginación extrema, por tanto de vulnerabilidad.
- El acceso al teléfono: la proporción de población que no tiene acceso al teléfono es un indicador de pobreza y por tanto de vulnerabilidad.
- La promiscuidad: una fuerte promiscuidad (que puede medirse por el número de personas por pieza) es un indicador de pobreza y por ende de vulnerabilidad.

La primera etapa del análisis de la vulnerabilidad de la población del DMQ consistió en representar cartográficamente cada una de estas variables. Reunidas en dos conjuntos, por una parte aquellas vinculadas a la estructura etaria y, por otra aquellas que reflejan el nivel socioeconómico de la población, permitieron elaborar un indicador de vulnerabilidad sociodemográfica para cada zona INEC (véase el cuadro 9-1). Sobre la base de la información sintética en términos de exposición a las amenazas y de accesibilidad, a nivel de mallas cuadradas de 400 m de lado (véanse los capítulos 2 y 3), se atribuyó el nivel de vulnerabilidad sociodemográfica de las zonas INEC a las mallas correspondientes, gracias a las posibilidades que ofrece el SIG, de manera que fue posible calcular un indicador global y espacializado de vulnerabilidad de la población.

El análisis de la estructura etaria de la población del DMQ indica que cerca de 475.000 personas (es decir aproximadamente el 26% de la población del Distrito) son particularmente vulnerables debido a su edad[5]. Globalmente, la proporción de niños menores de 10 años es relativamente baja en la zona centro norte de Quito, y más bien elevada en los

[5] Según el censo del INEC de 2001, los menores de 10 años son 361.242 (es decir el 19,6% de la población del DMQ) y los de 65 y más 112.130 (es decir el 6,1% de toda la población).

Cuadro 9-1: Criterios de análisis y método de elaboración de los indicadores de vulnerabilidad de la población del DMQ

Criterios de vulnerabilidad	Variables utilizadas	Indicadores de vulnerabilidad		
La población joven	% de la población de menos de 10 años	Estructura etaria	Vulnerabilidad socio-demográfica	Vulnerabilidad global
La población de edad	% de la población de 65 años y más			
El nivel de instrucción	% de la población de bajo nivel de instrucción	Nivel socioeconómico		
El acceso a la energía eléctrica	% de viviendas sin energía eléctrica			
El acceso al teléfono	% de viviendas sin teléfono			
La promiscuidad	Número de habitantes por pieza			
La exposición a las amenazas	Número de amenazas (nivel alto y moderado de peligro) —véase el mapa 3-16—		Exposición a las amenazas	
La accesibilidad	Grado de accesibilidad —véase el mapa 2-4—		Accesibilidad	

sectores suburbanos, en especial en las márgenes noroeste y sur del Distrito Metropolitano. En cambio, la proporción de personas de 65 años y más es menor en los sectores localizados al este del DMQ y mayor al oeste y en el centro norte de Quito. La proporción de la población vulnerable, partiendo de estos dos criterios de edad (considerando pues al mismo tiempo las personas menores de 10 años y aquellas de 65 y más), constituye un primer indicador parcial que pone en evidencia situaciones finamente contrastadas y designa más bien como las más vulnerables a las zonas periféricas del DMQ (en especial los sectores de Calacalí, San José de Minas, Lloa y Nono), o situadas al norte y al occidente de la ciudad de Quito (mapa 9-1). Por otro lado, el contraste es relativamente sensible entre el norte y el sur

de la ciudad, reuniendo este último más niños y personas de edad.

El mapa de la población de bajo nivel de instrucción (mapa 9-2) muestra, por su parte, un fuerte contraste entre las zonas urbanas de Quito y de los valles por un lado, cuyos valores son globalmente inferiores al 40% (salvo en los extremos sur y noroeste de Quito), y el resto del DMQ, por otro, en el cual la proporción de población de bajo nivel de instrucción es, con algunas excepciones, superior al 60%. Sin embargo, la vulnerabilidad ligada al nivel de instrucción puede ser considerada elevada en todas partes, salvo en el centro norte de Quito y en algunos otros raros sectores.

La adecuada cobertura de la red de energía eléctrica (más del 97% de las viviendas del DMQ están conectadas a la red de distribución de electricidad) subraya, por oposición, sectores muy marginados, en especial al norte y al oeste del DMQ, donde a menudo más del 30% de las viviendas no disponen de energía eléctrica, como por ejemplo en las parroquias de Nanegal, Lloa y San José de Minas (mapa 9-3). De hecho, la distribución espacial que opone globalmente los sectores urbanos a las zonas rurales, subrayando al mismo tiempo la situación particularmente favorable del centro norte de Quito, se encuentra en todos los criterios demográficos y socioeconómicos adoptados, en especial el acceso al teléfono o el número de habitantes por pieza. Esta última variable evidencia además la sobrepoblación de las viviendas en las zonas inmediatamente contiguas pero exteriores a la zona urbana de Quito, al oeste en las laderas del Pichincha y al sudeste (mapa 9-4).

La síntesis de estos 4 criterios muestra claramente que la vulnerabilidad socioeconómica de la población va creciendo a medida que nos alejamos de la zona centro norte de Quito y de las zonas urbanas (mapa 9-5[6]). Combinada con la vulnerabilidad debida a la estructura etaria presentada en el mapa 9-1, la vulnerabilidad que se puede calificar de sociodemográfica de la población del DMQ destaca la crítica situación de la periferia rural del DMQ, al igual que de las márgenes septentrionales y meridionales de la ciudad de Quito (mapa 9-6[7]).

---

6 Para elaborar este mapa, los valores de las variables «nivel de instrucción», «acceso a la energía eléctrica», «acceso al teléfono» y «número de habitantes por pieza» fueron agrupados inicialmente en 5 clases según un grado de vulnerabilidad creciente. Luego se atribuyó un valor correspondiente a los diferentes grados de vulnerabilidad a las zonas INEC de cada clase, para cada una de las variables (valor 1 para la clase que presenta la menor vulnerabilidad, valor 2 para aquella que presenta el segundo grado de vulnerabilidad, etc.). Finalmente, los valores así obtenidos para cada variable se sumaron llegando a un valor total (que va de un mínimo de 4 a un máximo de 20) lo que permitió clasificar las zonas INEC según un grado creciente de vulnerabilidad socioeconómica.

7 Las dos variables que componen la vulnerabilidad debida a la estructura etaria (población de menos de 10

Partiendo de estos primeros resultados, el procedimiento adoptado consistió en calificar más globalmente la vulnerabilidad de la población tomando en cuenta, además de la vulnerabilidad sociodemográfica analizada anteriormente, la exposición a las amenazas y la accesibilidad. El objetivo era destacar los sectores donde la población es más vulnerable, a la vez por sus características demográficas, sociales y económicas, por las cualidades de accesibilidad de su zona de residencia y por su exposición a las amenazas. Así, son tres indicadores de vulnerabilidad que, sumados[8], permitieron llegar a un grado de vulnerabilidad global y calificar y comparar la vulnerabilidad de la población en el territorio del DMQ. Los resultados se presentan en el mapa 9-7. La mayor vulnerabilidad se registra en las parroquias occidentales y septentrionales, aunque también en las orientales (este de las parroquias El Quinche, Checa, Yaruquí y Pifo), tendiendo a atenuarse a proximidad de las principales vías de comunicación. La ciudad de Quito y sus extensiones orientales presentan en cambio una vulnerabilidad claramente menor. No obstante, se observa una vulnerabilidad relativamente elevada de los sectores urbanos periféricos, en especial al sudeste, al centro oeste y el noroeste de la ciudad.

La repartición de la población por nivel de vulnerabilidad global muestra que más de 285.000 personas (es decir más del 15% de la población del Distrito) se encuentran en una situación muy crítica (niveles 5 y 6 de vulnerabilidad, véase cuadro 9-2), presentando una vulnerabilidad debida a la vez a sus características sociodemográficas, a su exposición a las amenazas y a sus condiciones de accesibilidad. Es también importante señalar la ubicación del 28,7% de la población del Distrito en el nivel 4 de vulnerabilidad, lo que significa una vulnerabilidad de conjunto más bien moderada, pero al mismo tiempo la existencia de vulnerabilidades que pueden ser muy elevadas en el caso de uno, al menos, de los tres componentes que permitieron la evaluación.

Se trata aquí de una primera evaluación del número de habitantes del Distrito según su vulnerabilidad

años y de 65 y más) permitieron elaborar un primer indicador de vulnerabilidad demográfica. Las variables «nivel de instrucción», «acceso a la energía eléctrica», «acceso al teléfono» y «número de habitantes por pieza» posibilitaron construir un segundo indicador de vulnerabilidad socioeconómica (elaborado a partir de los datos que permitieron realizar el mapa 9-5). Los valores correspondientes a estos dos indicadores fueron luego sumados y los resultados discretizados en 5 clases de vulnerabilidad creciente. Finalmente se atribuyó un valor de 1 a 5, que constituye un indicador de vulnerabilidad sociodemográfica, a las zonas INEC de cada clase, lo que posibilitó elaborar el mapa 9-6.

8 la vulnerabilidad sociodemográfica, aquella debida a la accesibilidad y la debida a la exposición a las amenazas. Los valores correspondientes a cada uno de esos 3 indicadores fueron llevados a una misma escala y luego sumados. El resultado fue discretizado en 6 clases que permitieron elaborar el mapa de vulnerabilidad global de la población del DMQ por malla (mapa 9-7).

Cuadro 9-2
Repartición de la población del DMQ por grado de vulnerabilidad global

Grado de vulnerabilidad		Vulnerabilidad global (con amenazas de nivel de peligro alto y moderado): Efectivos de población	Vulnerabilidad global (con amenazas de nivel de peligro alto y moderado): % de la población del DMQ
Vulnerabilidad baja a relativamente baja	1	52.977	2,9
	2	397.288	21,6
	total	450.265	24,4
Vulnerabilidad relativamente elevada	3	577.659	31,4
	4	529.014	28,7
	total	1'106.673	60,1
Vulnerabilidad fuerte a muy fuerte	5	239.216	13
	6	45.951	2,5
	total	285.167	15,5

global. Esta será afinada mediante el análisis de la vulnerabilidad de la población de Quito por barrios, que utiliza criterios suplementarios de vulnerabilidad.

3. La vulnerabilidad de la población de los barrios de Quito

Método de evaluación

Al concentrar la ciudad de Quito la mayor parte de la población del Distrito y presentar elevadas densidades de población, pareció necesario analizar más de cerca su vulnerabilidad, a nivel ya no de las zonas INEC sino de los barrios. Procediendo de esa forma, se pudieron completar las informaciones disponibles con ciertas variables que dan cuenta de una forma de vulnerabilidad que no era posible apreciar a la escala del DMQ. Se trata de la capacidad de enfrentar una crisis. Por otro lado, el grado de accesibilidad utilizado no es el presentado en el capítulo 2 en la medida en que los espacios a calificarse son los barrios, determinados *a priori*, y no corresponden

entonces a las zonas delimitadas para la caracterización de la accesibilidad del DMQ. Hubo pues que adaptar el método para calcular la accesibilidad de los barrios de manera sistemática y comparable.

Así, se caracterizó a la población de los barrios con 4 tipos de variables que remiten a 4 formas de vulnerabilidad, lo que permite elaborar un indicador de vulnerabilidad global (cuadro 9-3):

- El indicador de vulnerabilidad sociodemográfica está compuesto por las mismas variables, provenientes del censo de 2001, que las utilizadas para el DMQ, habiéndose efectuado los

Cuadro 9-3: Criterios de análisis de la vulnerabilidad de la población de los barrios de Quito

Criterios utilizados para la elaboración de los indicadores de vulnerabilidad de la población de los barrios		Indicadores de vulnerabilidad de los barrios	
• Población joven	Vulnerabilidad debida a la estructura etaria	Vulnerabilidad sociodemográfica	Vulnerabilidad global
• Población de edad			
• Nivel de educación	Vulnerabilidad socioeconómica		
• Acceso a la red eléctrica			
• Acceso al teléfono			
• Número de habitantes por pieza			
• Número de vías de entrada/salida del barrio		Grado de accesibilidad	
• Pendiente promedio			
• Distancia hasta los ejes mayores			
• Número máximo de amenazas existentes en el barrio (véase capítulo 3)		Exposición a las amenazas	
• Existencia de preparación para crisis (brigadas)		Capacidad de manejo de crisis	
• Radio de intervención de los bomberos en menos de 10 minutos			
• Distancia hasta los hospitales que disponen de camas			

cálculos a la escala de los barrios (y ya no a nivel de las zonas INEC).

- El indicador de accesibilidad de los barrios fue elaborado a partir de las siguientes 3 variables: el número de ejes viales de toda categoría que permiten ingresar al barrio, la distancia hasta los ejes principales[9] y la pendiente promedio del barrio.
- El indicador de preparación y de capacidad de manejo de crisis considera tres variables: la proporción de la superficie del barrio rápidamente accesible para los bomberos[10], el nivel de preparación en el barrio[11] y la distancia hasta los hospitales[12].
- El indicador de exposición a las amenazas se calculó a partir del mapa de las amenazas de alto y moderado nivel de peligro presentado en el capítulo 3. Para cada barrio, se adoptó el mayor valor del número de amenazas capaces de afectarlo.

Se representaron cartográficamente todos estos indicadores, variable por variable y globalmente[13]. Fueron elaborados de modo que se pudieran presentar valores comparables y de igual peso, independientemente de la forma de vulnerabilidad. Los mapas resultantes (mapas 9-8 a 9-11) muestran así 7 grados crecientes de vulnerabilidad. Sumando los valores correspondientes a los cuatro indicadores parciales y luego procediendo a una discretización en 7 clases, se pudo elaborar un mapa de vulnerabilidad global que integra las 4 formas de vulnerabilidad (mapa 9-14).

Representación espacial de las cuatro formas de vulnerabilidad

El mapa 9-8 de vulnerabilidad sociodemográfica de los barrios refleja claramente la segregación socio-espacial existente en Quito y manifiesta una configuración centro-periferia muy marcada. La zona centro norte, desde La Mariscal hasta al norte del aeropuerto, presenta la población menos vulnerable. Se observará que existen barrios que presentan las mismas características de poca vulnerabilidad al

9 El valor «distancia hasta los ejes mayores» fue calculado considerando la proporción de la superficie del barrio situada a menos de 300 m de un eje mayor.

10 Esta variable se elaboró a partir de un levantamiento exhaustivo de las intervenciones de los bomberos efectuadas durante el primer semestre de 2001, lo que permitió una cartografía de los sectores accesibles en menos de 10 minutos (véase Demoraes, 2004).

11 Esta variable se elaboró basándose en un inventario de la presencia de brigadas barriales destinadas a la prevención y al manejo de los riesgos y organizadas por instituciones de manejo de crisis (Cruz Roja, Seguridad Ciudadana y Policía Nacional).

12 Esta variable fue calculada en función de la distancia del barrio en relación con el establecimiento de salud más cercano que dispone de camas. Se determinaron tres clases de distancias (menos de 2 km, 2 a 3 km y más de 3 km).

13 Son esencialmente los mapas correspondientes a los indicadores considerados en su globalidad los presentados en este capítulo.

sur de El Panecillo. A la inversa, los barrios periféricos del extremo sur de Quito (sector La Ecuatoriana, Guamaní y Turubamba), algunos barrios situados cerca del centro histórico y en las laderas noroccidentales (en especial Atucucho y Pisulí) registran la población más vulnerable. De manera general, la consideración de la estructura etaria en la evaluación de la vulnerabilidad sociodemográfica tiende a atenuar un tanto los fuertes contrastes espaciales observables en el mapa de vulnerabilidad socioeconómica (véase mapa 9-5). Por ejemplo, como la zona central tiene una proporción mayor de personas de edad que los sectores periféricos, aumenta ligeramente la vulnerabilidad de la población de algunos de esos barrios centrales.

El mapa 9-9 del grado de accesibilidad de los barrios destaca la crítica situación de aquellos situados en las márgenes de la zona urbana de Quito, que no solamente están alejados de los principales ejes de circulación, sino que, además, presentan una pendiente más bien fuerte y un número relativamente limitado de accesos. En efecto, las tres variables que permiten construir el grado de accesibilidad tienden a acumularse y a acentuar los contrastes, estando las zonas planas en general cerca de los ejes mayores, mientras que las empinadas están alejadas de ellos.

La vulnerabilidad de los barrios ligada a la exposición a las amenazas está representada en el mapa 9-10. Numerosas amenazas pesan sobre gran parte de la ciudad y particularmente el oeste de Quito, desde El Condado al norte hasta San Bartolo al sur.

La capacidad de los barrios de enfrentar una situación de crisis aparece en el mapa 9-11, en el que se encuentra una oposición bien marcada entre los barrios centrales y los periféricos. De manera muy clara, los niveles de manejo de crisis de los barrios situados en el extremo norte y en el extremo sur de la ciudad son los más bajos. Este mapa fue elaborado a partir de tres variables (rapidez de intervención de los bomberos, distancia hasta los hospitales que disponen de camas, existencia de brigadas barriales) que constituyen una primera aproximación ciertamente incompleta pero que permite estimar la capacidad de los barrios de enfrentar una situación de crisis.

Así, pudo apreciarse la organización al interior de los barrios a través de la existencia de brigadas barriales[14]. Se trata de agrupaciones de personas con las mismas necesidades, que trabajan en temas concretos (trabajos comunitarios, capacitación, etc.) para mejorar su situación y la de la comunidad. La acción que se realiza en los barrios concierne también, directa o indirectamente, la reducción de los riesgos y el manejo de crisis. Se pudieron localizar las brigadas de la Cruz Roja, de la Policía Nacional y de Seguridad Ciudadana[15] y el mapa 9-12 presenta

[14] La información data de 2003.

[15] Las brigadas de la Cruz Roja, por ejemplo, se han organizado en función de la exposición de los barrios a amenazas tales como inundaciones, deslaves o derrumbes. Por medio de los dirigentes barriales se

los barrios donde esas brigadas están representadas. Doscientos cuatro barrios, es decir el 30% de los barrios de Quito, cuentan al menos con una brigada de ese tipo.

Otra manera de apreciar la capacidad de los barrios de enfrentar una situación de crisis es considerar las organizaciones sociales en ellos representadas. Este aspecto no pudo considerarse conjuntamente con los tres anteriores debido a la insuficiencia de datos localizados al respecto, pero merece un pequeño desarrollo por el papel que pueden desempeñar esas organizaciones en materia de prevención de riesgos y sobre todo para el manejo de crisis en coordinación con los organismos especializados[16].

Estas asociaciones son muy numerosas y de diversos tipos. Según la Empresa del Centro Histórico existían 278 organizaciones en el centro histórico en 2000, y eran más de 400 en el sur de Quito, según la Administración Sur del MDMQ. Se pueden distinguir dos tipos. Las organizaciones territoriales permiten la acción colectiva en barrios en fase de constitución, de legalización o de consolidación (comités pro-mejoras, cooperativas de vivienda) y en sectores ya consolidados, donde su objetivo es el mejoramiento de las condiciones de vida en el barrio (comités barriales). El nivel socioeconómico de esos barrios es bajo o muy bajo en el primer caso, mediano en el segundo. Las organizaciones funcionales, por su parte, no cubren generalmente un espacio geográfico predeterminado (incluso si sus miembros pertenecen generalmente a un barrio o a algunos barrios contiguos) y apuntan a responder a necesidades o problemas específicos. Es el caso por ejemplo de las asociaciones de mujeres, juveniles, religiosas, de la tercera edad, de padres de familia, de los clubes deportivos, etc. Estas organizaciones están muy presentes en los barrios cuyo nivel socioeconómico es mediano a relativamente elevado. Están menos representadas en los barrios ricos donde las asociaciones tienen más bien como objetivo el financiamiento de la seguridad del sector a través de empresas privadas.

Es importante considerar todas las asociaciones en la medida en que pueden, por su arraigo en la población, sus actividades, su papel en la solidaridad y las relaciones interpersonales, contribuir directa o

convoca a las personas que deseen ser capacitadas en el tema de desastres y se organizan las brigadas. La Cruz Roja brinda entonces capacitación y entrega equipos de rescate y primeros auxilios. La conformación de brigadas de la Policía Nacional es parte de un programa de seguridad dirigido a los moradores de barrios que se han organizado para proteger los bienes materiales de sus hogares. En un principio fueron creadas para brindar seguridad en un determinado sector. Ahora se pretende ampliar su alcance a diferentes temas: medio ambiente, manejo de emergencias, dotación de servicios, organización de mingas, etc.

16 La información presentada a continuación proviene de un estudio no publicado realizado por A. Mena, bajo la dirección de R. D'Ercole (Mena y D'Ercole, 2002).

indirectamente a la prevención de los riesgos y al manejo de crisis. La encuesta realizada en 2002 en algunos tipos de organizaciones sociales pone en evidencia los momentos clave del manejo de los riesgos y de crisis, durante los cuales esas organizaciones estiman poder desempeñar un papel (cuadro 9-4).

Se podrá observar que casi todas las organizaciones sociales pueden tener un papel de apoyo en período de emergencia y de recuperación[17]. Algunas son incluso capaces de intervenir en otros momentos clave, en especial «aguas arriba» de las crisis, en las fases de prevención y de preparación[18].

Si bien es imposible representar todas las organizaciones sociales, el mapa 9-13 ofrece un panorama general de la localización de los principales tipos de asociaciones[19]. La configuración espacial centro-periferia es muy clara. El centro norte se caracteriza

17 Por ejemplo, después de las caídas de ceniza del Guagua Pichincha en 1999, varias organizaciones territoriales, por iniciativa de sus dirigentes, permitieron la realización de mingas para limpiar los sumideros y los techos de las casas.

18 En 1998-1999 en algunas iglesias, durante la misa dominical, se incluyó un espacio para dar consejos sobre las acciones a seguirse en caso de producirse una emergencia con el Guagua Pichincha. Además, algunas organizaciones territoriales desarrollaron actividades de educación y capacitación a los moradores.

19 El mapa fue elaborado a partir de una compilación de las informaciones disponibles en cuanto a la localización

Cuadro 9-4
Momentos clave del manejo de riesgos y de crisis durante los cuales se puede contemplar el apoyo de organizaciones sociales

Tipo de organización	Prevención	Preparación	Emergencia	Recuperación	Reconstrucción
Comités promejoras					
Comités barriales					
Cooperativas de vivienda					
Grupos religiosos					
Grupos deportivos					
Grupos de seguridad					

Fuente: Entrevistas IRD, 2002

por la presencia de organizaciones funcionales y particularmente brigadas de seguridad. Tales organizaciones tienden a diversificarse de un lado y otro de esta zona central. Predominan luego las organizaciones territoriales, que corresponden a los barrios consolidados de clase media. Finalmente, los comités pro-mejoras están representados esencialmente en los barrios más pobres, en las laderas y en los extremos norte y sur de la ciudad.

Vulnerabilidad global de los barrios de Quito

La síntesis de vulnerabilidad global de los barrios de Quito, presentada en el mapa 9-14, toma en cuenta, en total, 13 criterios de vulnerabilidad de la población (véase cuadro 9-3) que remiten a 4 grandes formas de vulnerabilidad: la vulnerabilidad intrínseca (vulnerabilidad sociodemográfica), la vulnerabilidad debida a la exposición a las amenazas (amenazas con nivel de peligro alto y moderado), a la accesibilidad y a la calidad de la preparación para crisis. Los resultados muestran una zona central relativamente poco vulnerable, que se extiende desde el norte de El Panecillo hasta al norte del aeropuerto. Se encuentra una zona de este tipo, mucho más reducida, al sur de El Panecillo (comprende una parte de las parroquias La Magdalena, San Bartolo y Solanda). La vulnerabilidad global más elevada atañe a la población de los barrios periféricos occidentales, al norte del aeropuerto (Comité del Pueblo 2, Pisulí, San José Obrero…). El sector de La Bota, del lado nororiental, y los barrios situados al sur, al margen de la zona urbana (Quitumbe, Turubamba, Guamaní, La Ecuatoriana) se ubican igualmente en la categoría más elevada de vulnerabilidad. A proximidad del centro histórico, es notable también la situación sumamente vulnerable del sector La Cantera/ Jorge Calderón.

La vulnerabilidad global evaluada a partir de una exposición a las amenazas que considera solamente aquellas con alto nivel de peligro tiende a acentuar los contrastes entre la parte central y las márgenes de la ciudad, como lo indica el mapa 9-15.

El número de habitantes de los barrios quiteños repartidos por nivel de vulnerabilidad global se presentan en el cuadro 9-5. De él se deduce que más de 260.000 personas (es decir más del 19% de la población de Quito) se encuentran en situación muy vulnerable debido a la vez a sus condiciones sociodemográficas, a su accesibilidad, a su capacidad de hacer frente a una situación de crisis y a su exposición a

de las organizaciones sociales (en particular en el centro histórico y en el sur de Quito), de encuestas realizadas en diversas organizaciones sociales y de una extrapolación de las informaciones recogidas a todos los barrios de Quito (teniendo en cuenta en especial sus características en el plano de la legalización, la dotación en infraestructuras básicas, las actividades y, de modo general, el nivel socioeconómico). No se trata por tanto de un mapa exhaustivo donde todas las organizaciones están identificadas y localizadas de manera precisa, barrio por barrio. El mapa pretende ante todo mostrar la tendencia de localización de los diferentes tipos de organizaciones sociales.

Cuadro 9-5
Repartición de la población de los barrios de Quito por grado de vulnerabilidad global

		Vulnerabilidad global (amenazas con nivel alto y moderado de peligro)		Vulnerabilidad global (amenazas con nivel alto de peligro)	
Grado de vulnerabilidad		Efectivos de población	% en relación con la población de Quito	Efectivos de población	% en relación con la población de Quito
Vulnerabilidad baja a relativamente baja	1	52.804	3,8	249.513	18,1
	2	195.058	14,1	309.719	22,4
	3	315.105	22,8	241.894	17,5
	total	562.967	40,8	801.126	58
Vulnerabilidad relativamente elevada	4	326.237	23,6	245.311	17,8
	5	227.982	16,5	160.207	11,6
	total	554.219	40,1	405.518	29,4
Vulnerabilidad fuerte a muy fuerte	6	149.382	10,8	95.955	6,9
	7	114.532	8,3	78.501	5,7
	total	263.914	19,1	174.456	12,6

amenazas de alto y moderado nivel de peligro. Cabe señalar que el barrio más vulnerable es el Comité del Pueblo 2, situado en las laderas noroccidentales del Pichincha, que cuenta por sí solo con 14.000 habitantes según el último censo. Si se tiene en cuenta solo la exposición a las amenazas de alto nivel de peligro, siguen siendo más de 170.000 las personas en situación de mayor vulnerabilidad.

4. Vulnerabilidad global y densidad poblacional

Después de analizar la vulnerabilidad de la población a nivel a la vez del Distrito y de los barrios de Quito (siendo más numerosas las variables en el segundo caso), pareció lógico destacar la vulnerabilidad global de la población en función de su densidad o, en otros términos, poner en evidencia las zonas más vulnerables y al mismo tiempo muy pobladas. El objetivo es determinar los sectores que experimentan la mayor cantidad de problemas y que deberían por tanto ser objeto de la una política dirigida de reducción de los riesgos.

La combinación vulnerabilidad global/densidad de población de los barrios presentada en el mapa 9-16[20] destaca una vez más la situación extremadamente problemática de barrios populares como Atucucho al noroeste, o Lucha de los Pobres al sudeste, que albergan a una población sumamente pobre, están geográficamente alejados y tienen un medio físico desfavorable. Sin embargo, resaltan al mismo tiempo barrios mucho menos marginales como La Colmena Alta, La Libertad Alta o Toctiuco, e incluso barrios centrales como San Roque, puesto que presentan una elevada densidad y una vulnerabilidad relativamente alta.

Paralelamente, durante el último período intercensal (1990-2001) la dinámica demográfica de los barrios más vulnerables, tales como el Comité del Pueblo 2, Pisulí o la zona de Turubamba, muestran, en valores absolutos, un importante crecimiento demográfico, mientras los sectores centrales tanto en el norte como en el sur registran una estabilidad e incluso una disminución de la población (en especial la zona alrededor de La Mariscal y La Pradera al norte y el sector alrededor de Chimbacalle y La Magdalena al sur). Esta tendencia a la redistribución espacial de la población en la capital ecuatoriana, es decir a la disminución de la población en las zonas planas centrales y a un incremento en las laderas, tanto orientales como occidentales, contribuye mecánicamente al aumento de la vulnerabilidad de la población de Quito.

A nivel del Distrito (mapa 9-17), el cruce de la vulnerabilidad global de la población y de su densidad pone mayor énfasis en la ciudad de Quito que en el resto del Distrito, lo que es lógico dadas las bajas densidades registradas en el segundo caso[21]. Fuera de la capital, no aparecen espacios que combinen fuerte vulnerabilidad y elevada densidad poblacional. Se destacan, en cambio, vulnerabilidades relativamente altas, generalmente de manera puntual y en

[20] El mapa es el resultado de la combinación de tres clases de vulnerabilidad global (vulnerabilidad baja a relativamente baja, vulnerabilidad relativamente elevada, vulnerabilidad elevada a muy elevada, véase el cuadro 9-5) y de tres clases de densidad (menos de 20 hab./ha, de 20 a 100 hab./ha, más de 100 hab./ha).

[21] y ello, incluso habiéndose bajado los umbrales de densidad para la elaboración del mapa (véase la leyenda del mapa 9-17).

ocasiones de manera más extensa, como en las parroquias de Pomasqui, Calderón, Conocoto, Alangasí y Amaguaña. Algunos sectores con una vulnerabilidad relativamente alta aparecen también en las márgenes occidentales de la ciudad. En lo que atañe a Quito, los comentarios son idénticos que los referentes al mapa 9-16 en la medida en que se trata de los mismos datos, restringidos a las mayores vulnerabilidades y densidades.

5. Vulnerabilidad de los lugares esenciales de concentración de la población y de crecimiento demográfico en el DMQ

Los elementos esenciales de la población identificados en *Los lugares esenciales del DMQ* corresponden a los lugares de elevada densidad (teniendo en cuenta la repartición de la población en su lugar de residencia y también la población de día[22]) o de fuerte crecimiento demográfico[23]. Están localizados esencialmente en el centro de Quito, debido a la importancia de la población de día, en algunos barrios periféricos densamente poblados y que presentan una elevada tasa de crecimiento y en algunas parroquias suburbanas cuyo crecimiento demográfico es importante (Calderón, Tumbaco y Conocoto). Se trata aquí de evaluar la vulnerabilidad de estos espacios particulares desde el punto de vista de la población, limitándose a la apreciación espacial de la vulnerabilidad, a partir del grado de exposición a las amenazas y del grado de accesibilidad.

En lo que respecta a la accesibilidad, la mayoría de lugares esenciales en términos de población no presentan una dificultad mayor. En efecto, se puede observar en el mapa 9-18 que la accesibilidad de las mallas donde se ubican elementos esenciales de la población se sitúan entre los grados 0 y 4, mientras la escala de accesibilidad del DMQ va de 0 a 6 (véase el mapa 2-4 en el capítulo 2). La accesibilidad menos favorable particulariza a los barrios periféricos del extremo noroeste de Quito (parroquia El Condado) y, de manera menos marcada, a la zona periférica situada al sudoeste de Quito.

El número de amenazas que pueden afectar a esos espacios es en cambio relativamente importante (véase mapa 9-19), en especial en la zona central que concentra muchas actividades y empleos y que constituye el lugar más importante de concentración de la

[22] El detalle del método de elaboración de la cartografía de la población de día aparece en D'Ercole y Metzger, 2002, p. 19; véanse también los mapas correspondientes (p. 25 y 26).

[23] Los espacios esenciales considerados son los que presentan una de las siguientes características:

- aumento de población superior al 70% (entre 1990 y 2001) y densidad residencial superior a 50 hab./ha en la ciudad de Quito;
- aumento de población superior al 70% (entre 1990 y 2001) y densidad residencial superior a 20 hab./ha en el resto del Distrito;
- densidad de la población de noche o de día superior a 150 hab./ha en la ciudad de Quito.

población de día en el Distrito. En términos de manejo de crisis, es pues vital poner una atención particular en ese sector muy frecuentado durante el día. Sin embargo, el hecho de que sea fácilmente accesible permite contemplar la evacuación y el acceso de auxilios sin dificultad mayor[24].

La combinación del grado de exposición a las amenazas y del grado de accesibilidad (mapa 9-20) muestra que la situación menos favorable corresponde a la zona noroccidental de Quito: se trata de mallas ubicadas en la parroquia El Condado, que combinan una accesibilidad mediana y un número de amenazas relativamente elevado. La peor de las configuraciones posibles (elevado número de amenazas y muy poca accesibilidad) no atañe a las zonas esenciales en términos de población. En el mapa 9-21, donde se suma el grado de accesibilidad y el grado de exposición a las amenazas, se ofrece una lectura cuantitativa de esta combinación. Este mapa muestra sin embargo una vulnerabilidad espacial relativamente importante: gran parte de las mallas correspondientes a lugares esenciales en materia de población, en la zona central de Quito, se encuentra en el nivel 4 de la escala de vulnerabilidad espacial del Distrito que cuenta con 6 clases. Esto se debe sobre todo a una fuerte exposición a las amenazas más que a dificultades de acceso. Algunas mallas aisladas, en las laderas del Pichincha, alcanzan incluso el nivel 5 de vulnerabilidad y además en ese caso los problemas de accesibilidad no son nada despreciables.

Conclusión

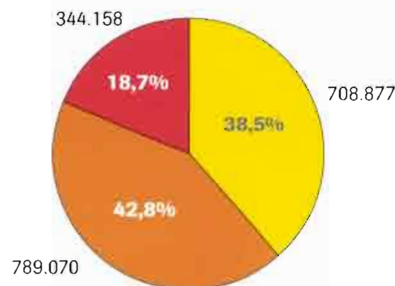
El análisis de vulnerabilidad de la población del DMQ puso en evidencia fuertes disparidades que se traducen primeramente en las cifras. Estas (figura 9-1) indican que si bien el 38,5% de la población del Distrito puede considerarse como poco vulnerable, según los criterios adoptados para el análisis, cerca del 19% (es decir aproximadamente 350.000 personas) presenta una vulnerabilidad elevada a muy elevada. Se observará al mismo tiempo que aunque la proporción de población fuertemente vulnerable es comparable en Quito y en el resto del Distrito, no ocurre lo mismo con la proporción de la población poco vulnerable, siendo esta mucho menor fuera de Quito, lo que subraya las diferencias espaciales existentes.

A nivel del Distrito, es sobre todo fuera de Quito donde se encuentran las mayores vulnerabilidades de la población, acumulándose una vulnerabilidad sociodemográfica elevada, una limitada accesibilidad y una alta exposición a las amenazas. Estos espacios, situados en las márgenes del Distrito, están en general poco poblados pero el aumento probable de su población hace pensar en graves problemas en el futuro si no se contemplan medidas de reducción de su vulnerabilidad. Globalmente, la vulnerabilidad de la población es proporcional a la distancia hasta

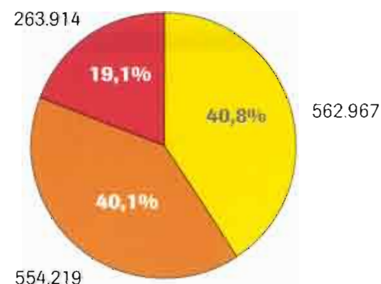
[24] La evaluación del grado de accesibilidad no tuvo en cuenta los embotellamientos que deben sin embargo considerarse en este sector de la ciudad.

Figura 9-1
Repartición de la población del DMQ según el grado de vulnerabilidad global
(Se toman en cuenta las amenazas con nivel de peligro alto y moderado)

DMQ



QUITO

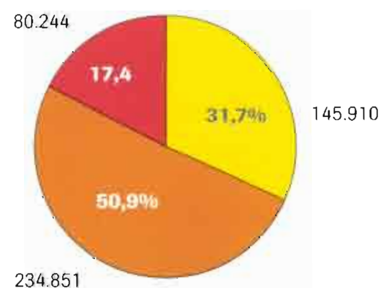


Vulnerabilidad alta a muy alta

Vulnerabilidad relativamente elevada

Vulnerabilidad baja a relativamente baja

RESTO DEL DMQ



Los efectivos de población por grado de vulnerabilidad global fueron calculados:

- para Quito: a partir de los datos provenientes del análisis de la vulnerabilidad de los barrios de Quito (véanse el cuadro 9-5 y el mapa 9-15);
- para el resto del distrito: a partir de los datos provenientes del análisis de la vulnerabilidad del DMQ (véanse el cuadro 9-2 y el mapa 9-7).

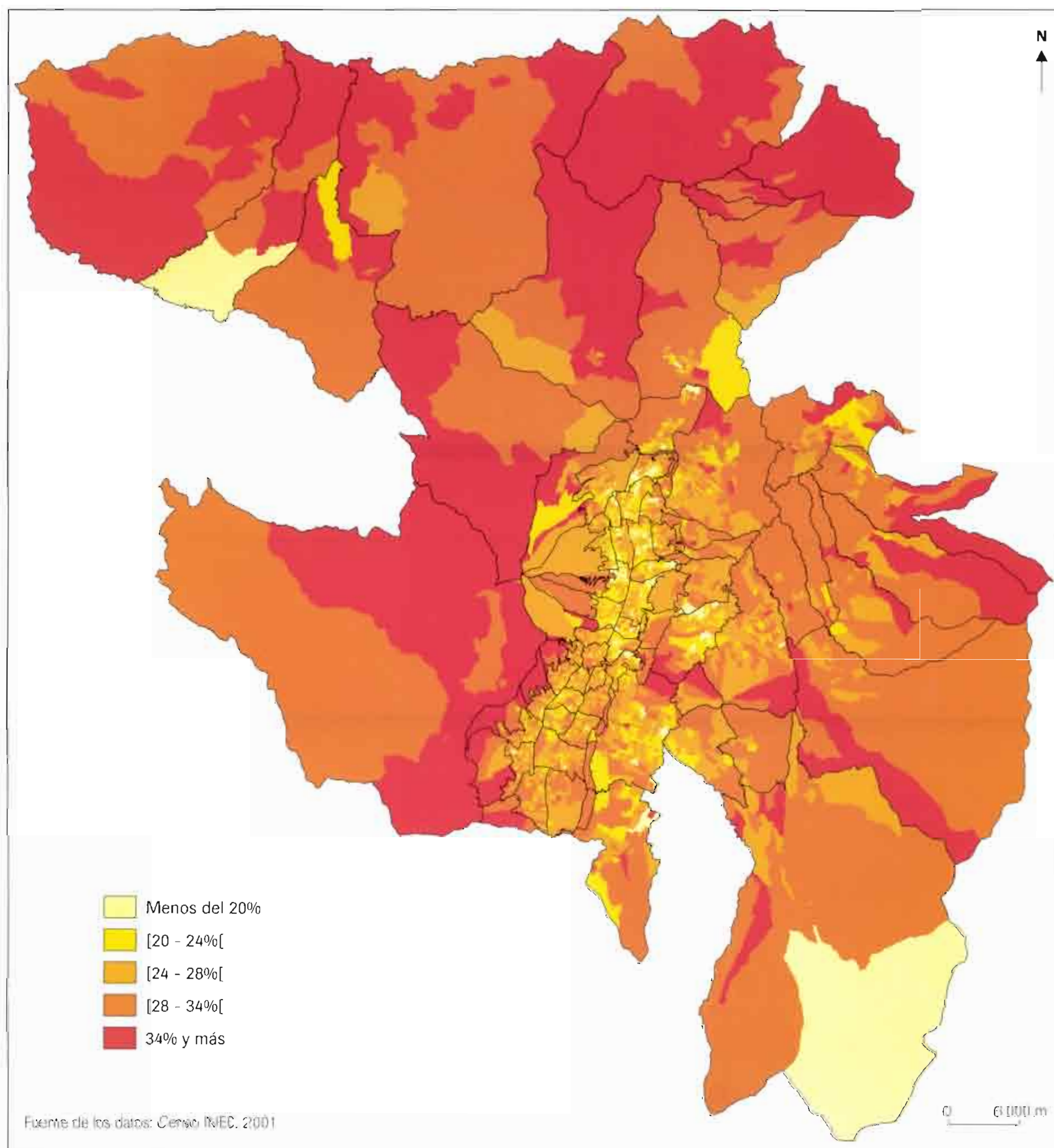
el centro y refleja la segregación socio-espacial del Distrito, la misma que se encuentra en el análisis realizado sobre Quito a la escala de los barrios.

Los datos elaborados sobre los barrios de Quito permiten profundizar el análisis de la vulnerabilidad de la población y evidenciar sectores muy vulnerables debido a sus características sociales, demográficas, a su accesibilidad, a su nivel de preparación para crisis y a su exposición. Estos sectores son sin duda los barrios populares periféricos que no solamente están ya muy poblados en ciertos casos, sino que además experimentan una dinámica demográfica que va a aumentar inevitablemente la proporción de la población vulnerable del Distrito.

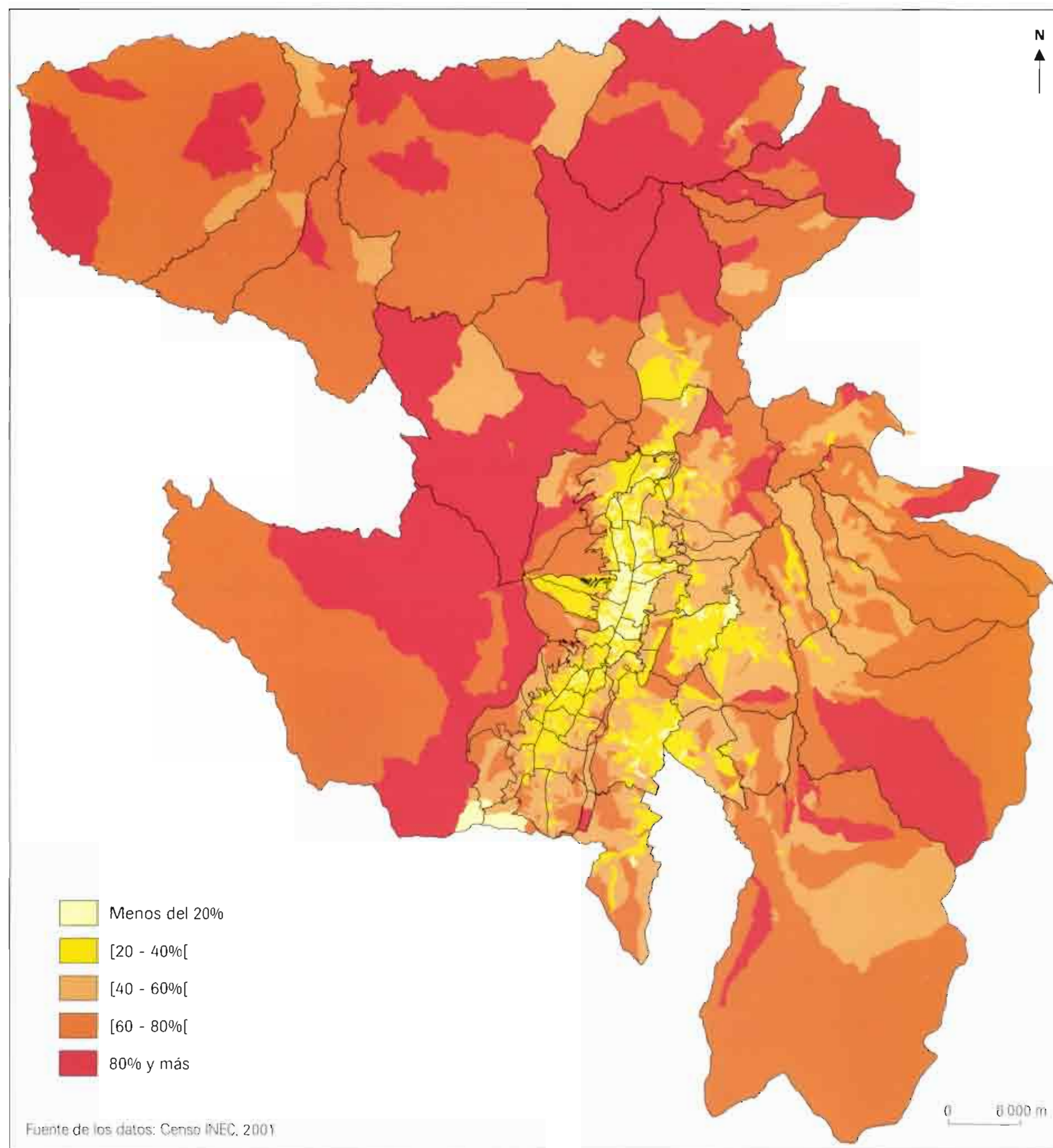
Finalmente, las zonas esenciales en términos de población y particularmente las que corresponden a los sectores de fuerte concentración de la población de día, presentan una vulnerabilidad relativamente elevada que radica (en función de las solas dos formas de vulnerabilidad analizadas) esencialmente en la exposición a las amenazas.

Los análisis globales de vulnerabilidad de los que fueron objeto la población del Distrito en su conjunto, los barrios de Quito y los lugares esenciales de concentración de la población y de crecimiento demográfico en el DMQ posibilitan identificar los espacios donde la vulnerabilidad acumulada de la población es mayor y donde las acciones de prevención son prioritarias. Sin embargo, una sola forma de vulnerabilidad puede bastar para incrementar sensiblemente las consecuencias de una catástrofe y pocos espacios en el DMQ están verdaderamente exentos de toda forma de vulnerabilidad.

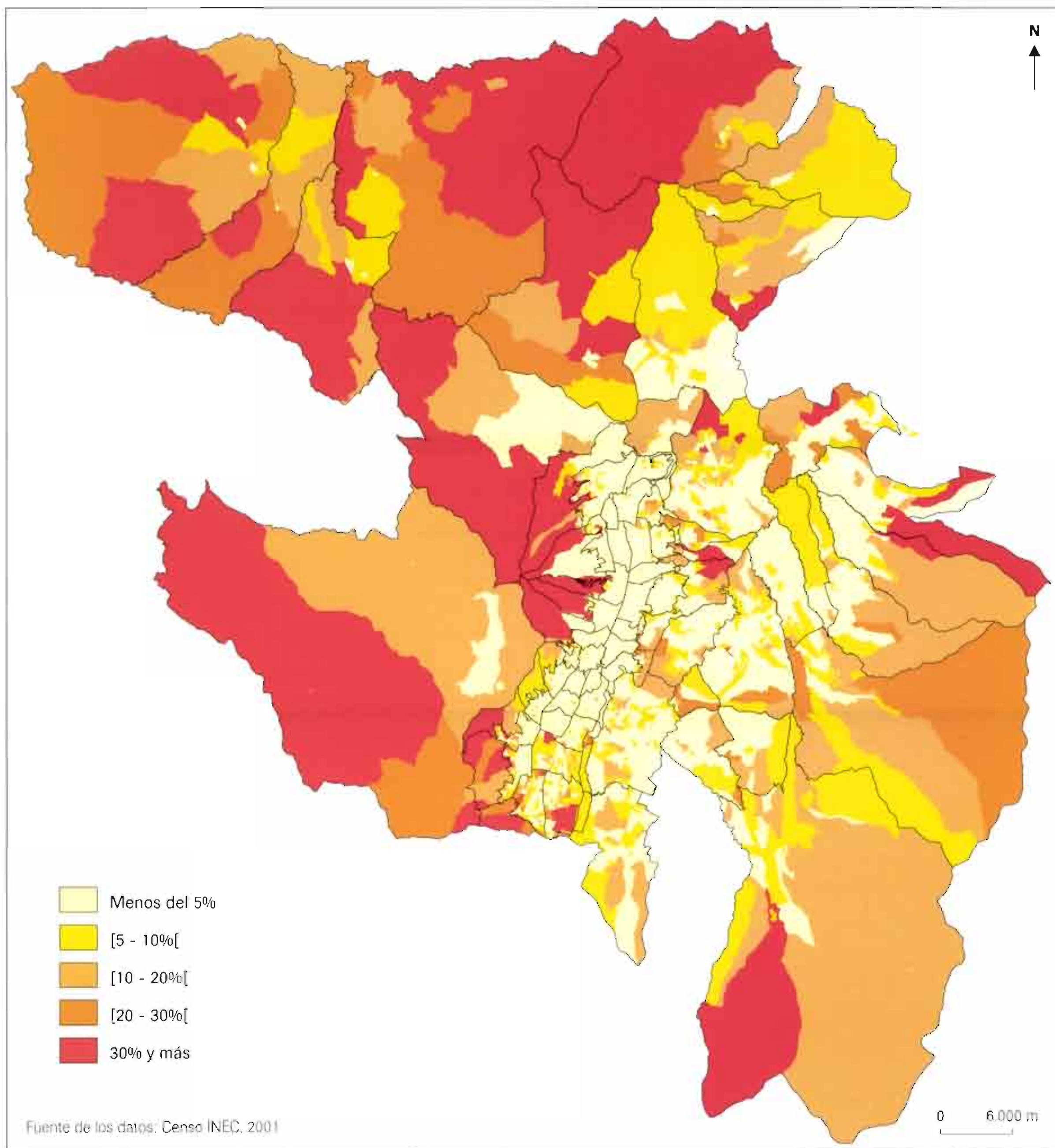
Mapa 9-1: Porcentaje de la población de menos de 10 años y de 65 años y más en el DMQ



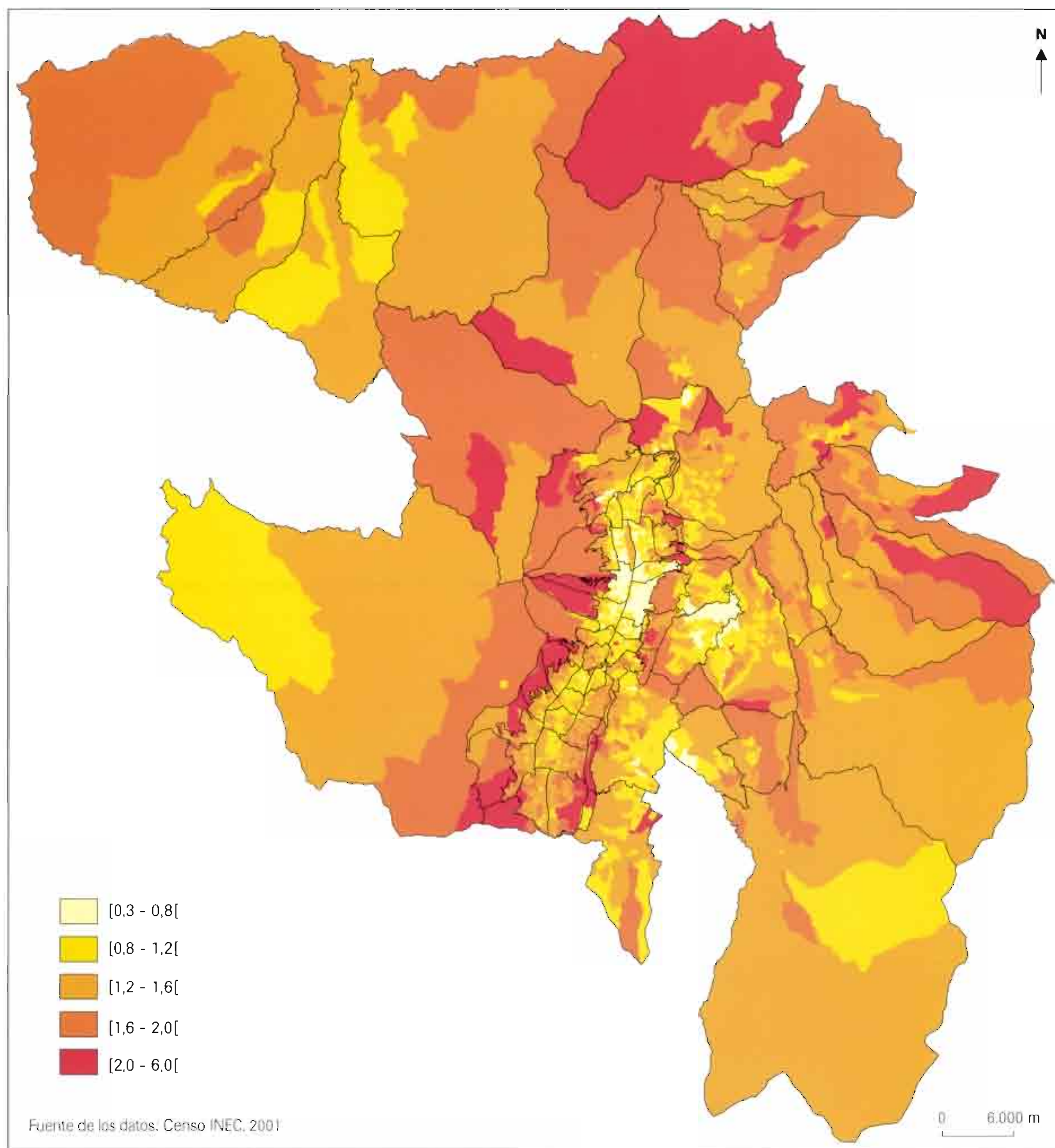
Mapa 9-2: Porcentaje de población de bajo nivel de instrucción en el DMQ (ninguna, alfabetizado y primaria)



Mapa 9-3: Porcentaje de viviendas que no disponen de energía eléctrica en el DMQ

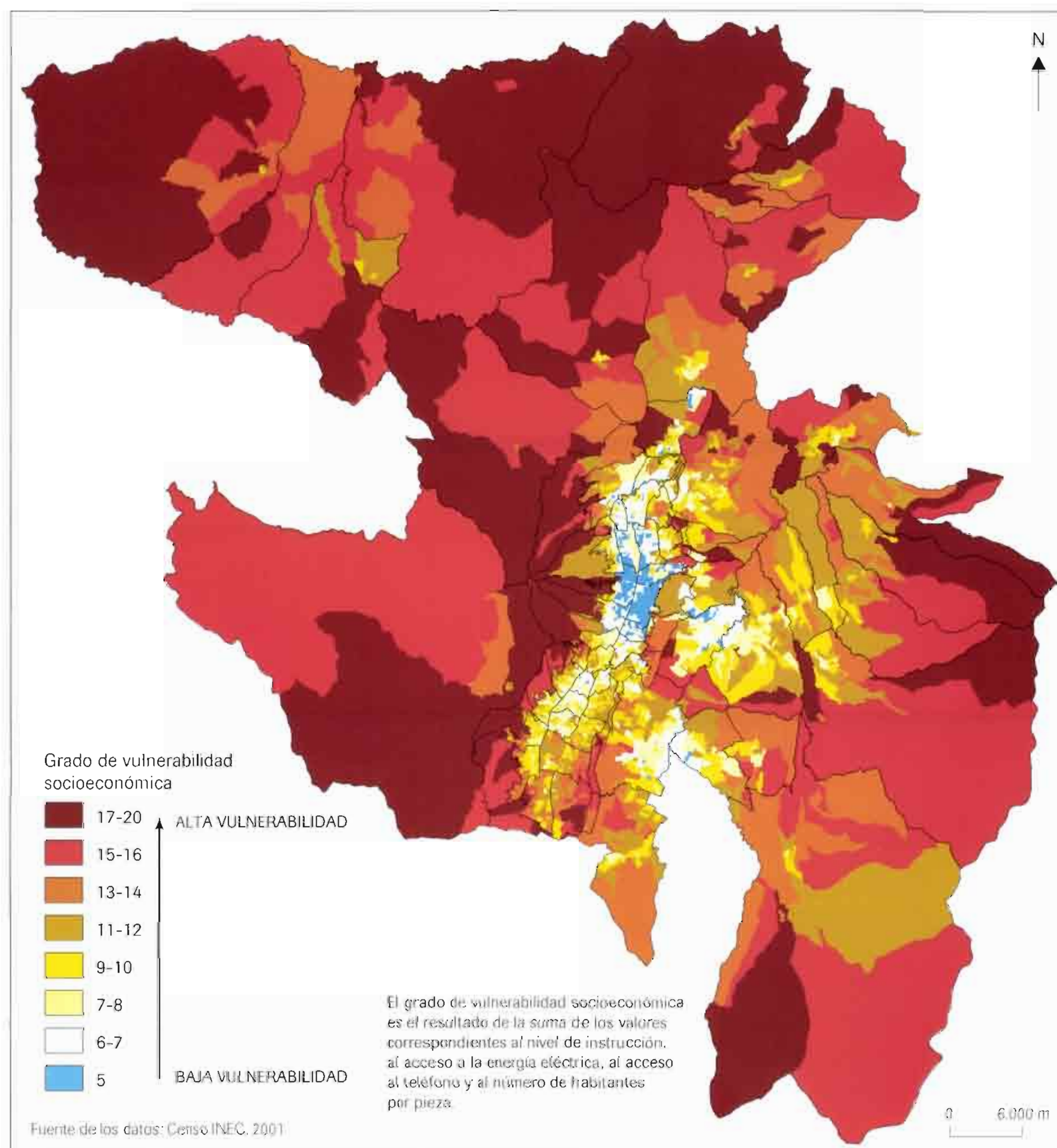


Mapa 9-4: Número de habitantes por pieza (promiscuidad) en el DMQ

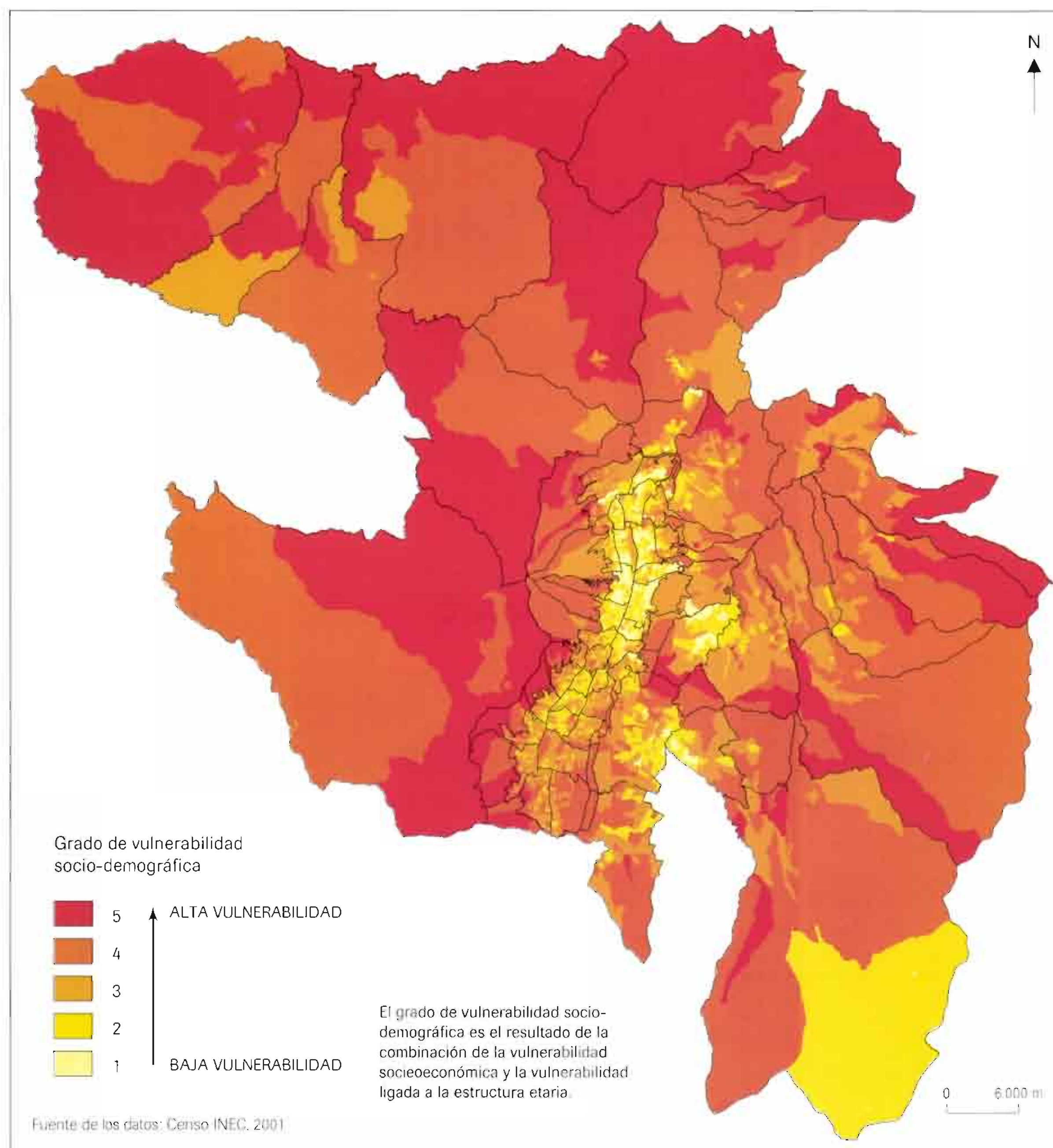


Fuente de los datos: Censo INEC, 2001

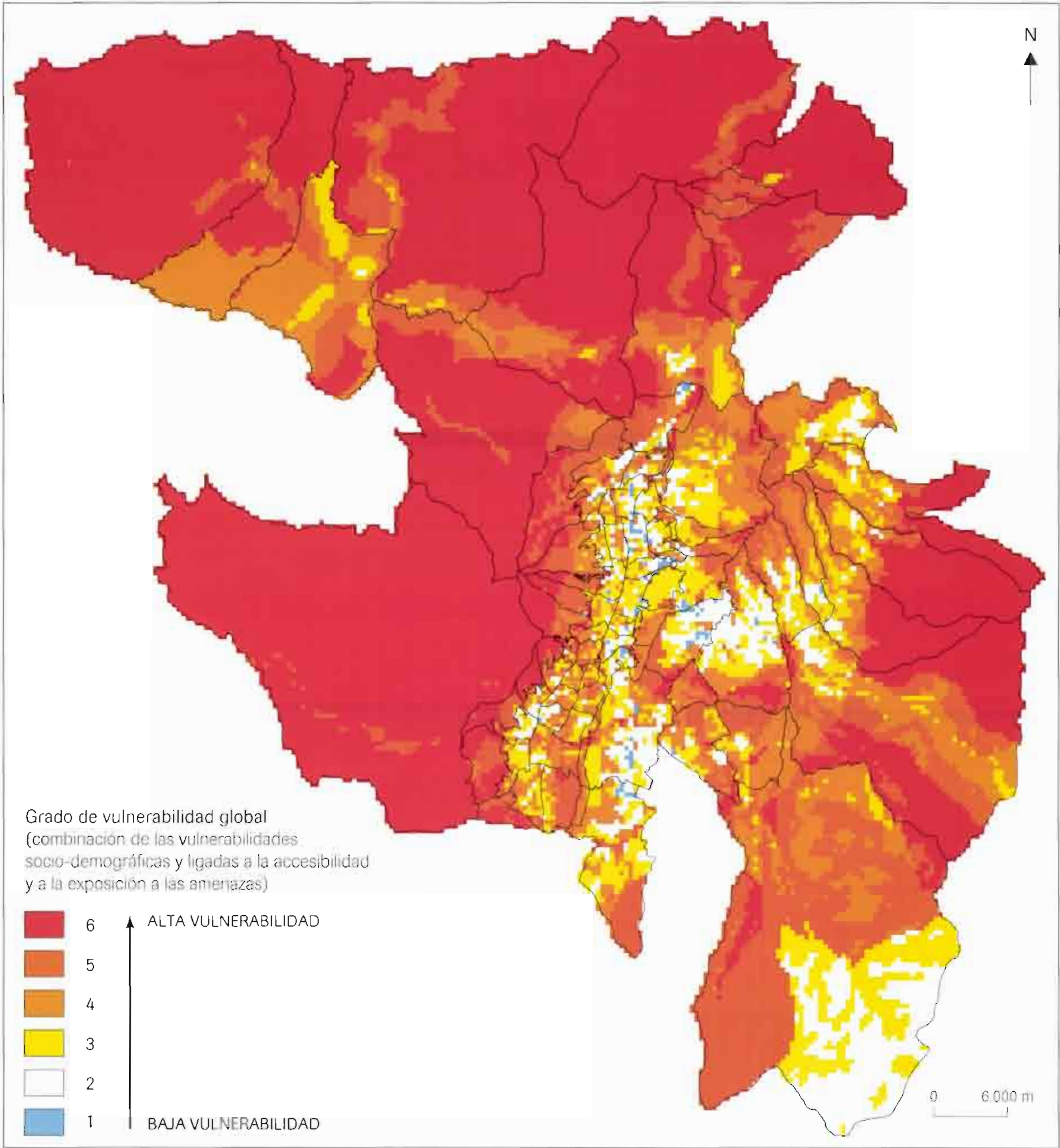
Mapa 9-5: Vulnerabilidad socioeconómica del DMQ



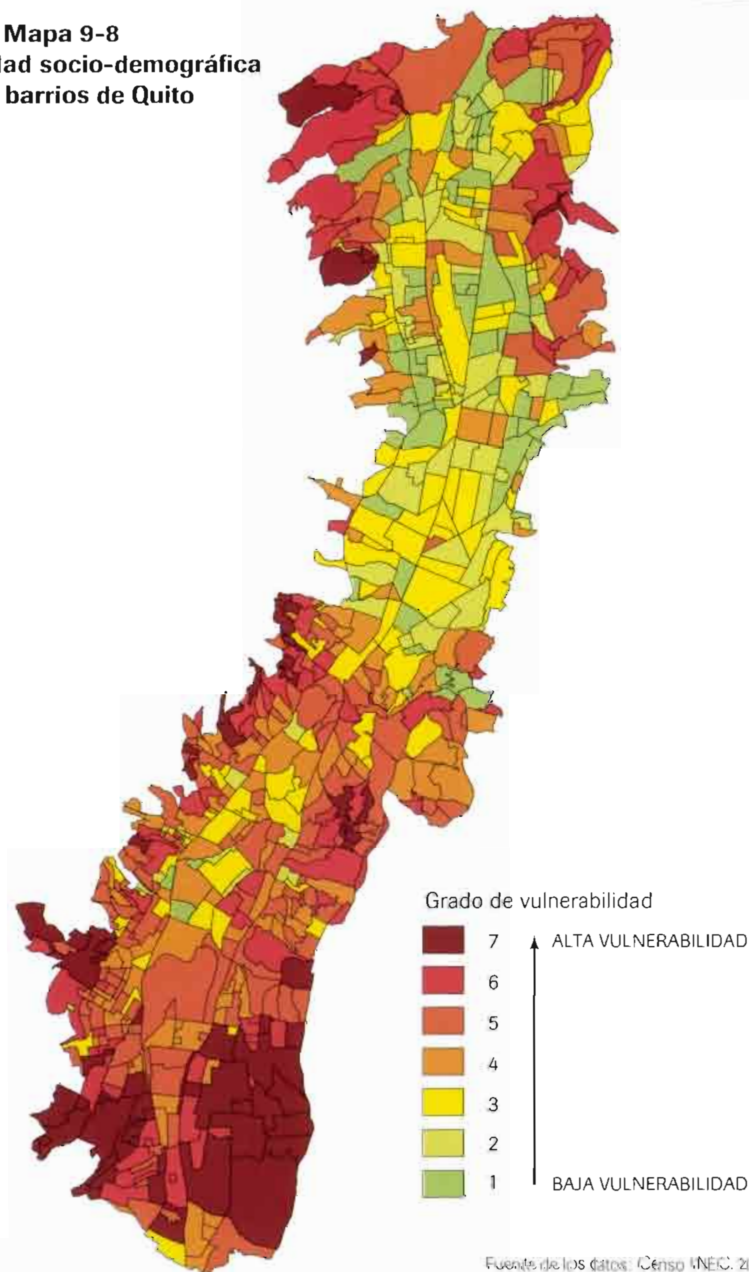
Mapa 9-6: Vulnerabilidad socio-demográfica del DMQ



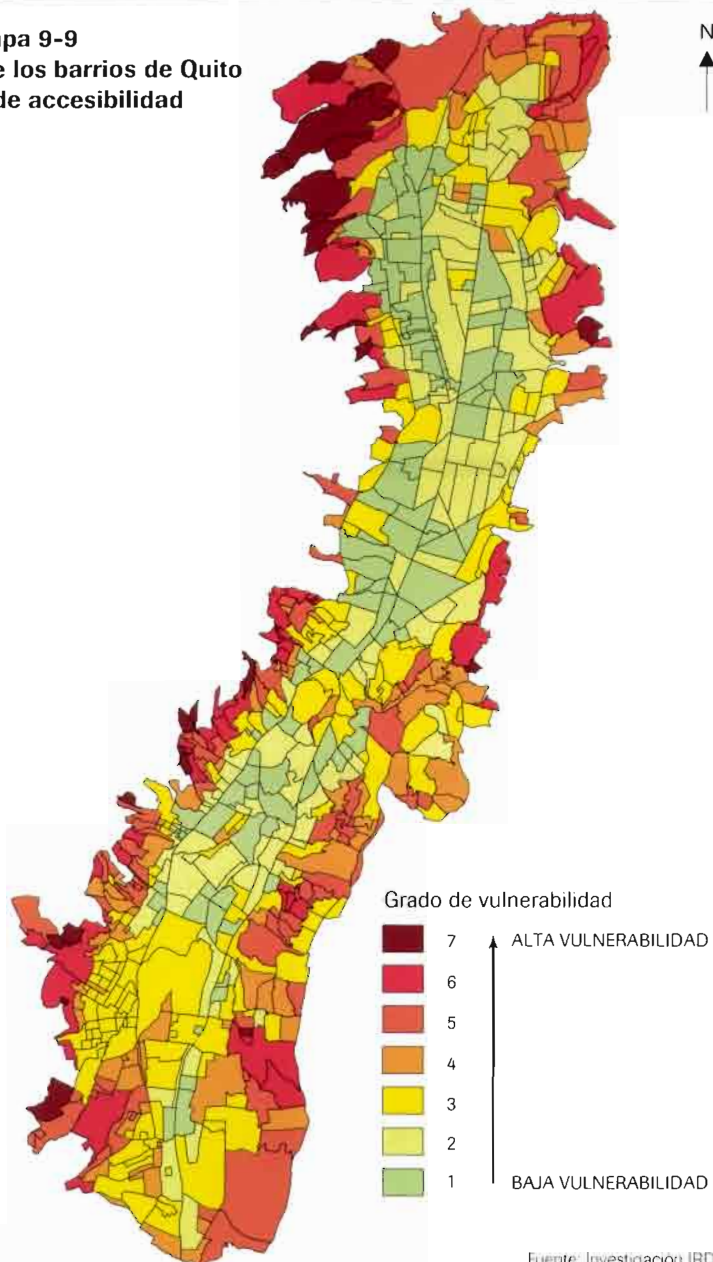
Mapa 9-7: Vulnerabilidad global de la población del DMQ



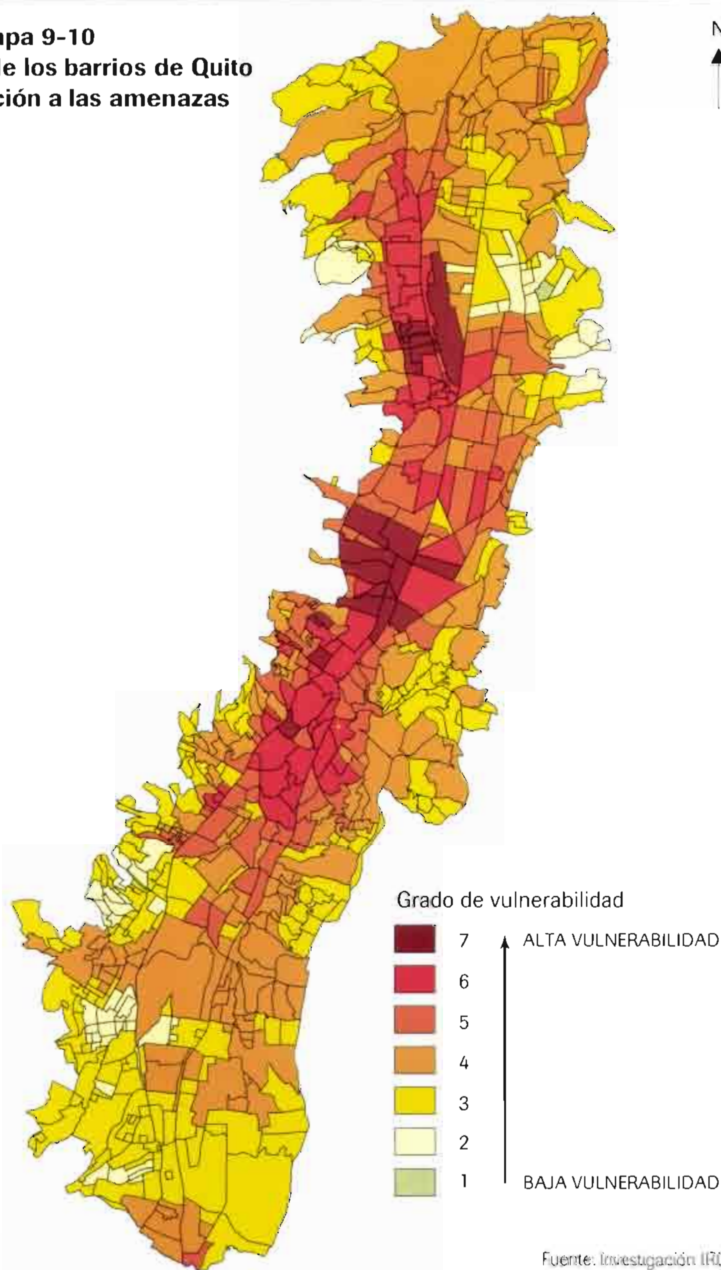
Mapa 9-8
Vulnerabilidad socio-demográfica de los barrios de Quito



Mapa 9-9
Vulnerabilidad de los barrios de Quito en materia de accesibilidad



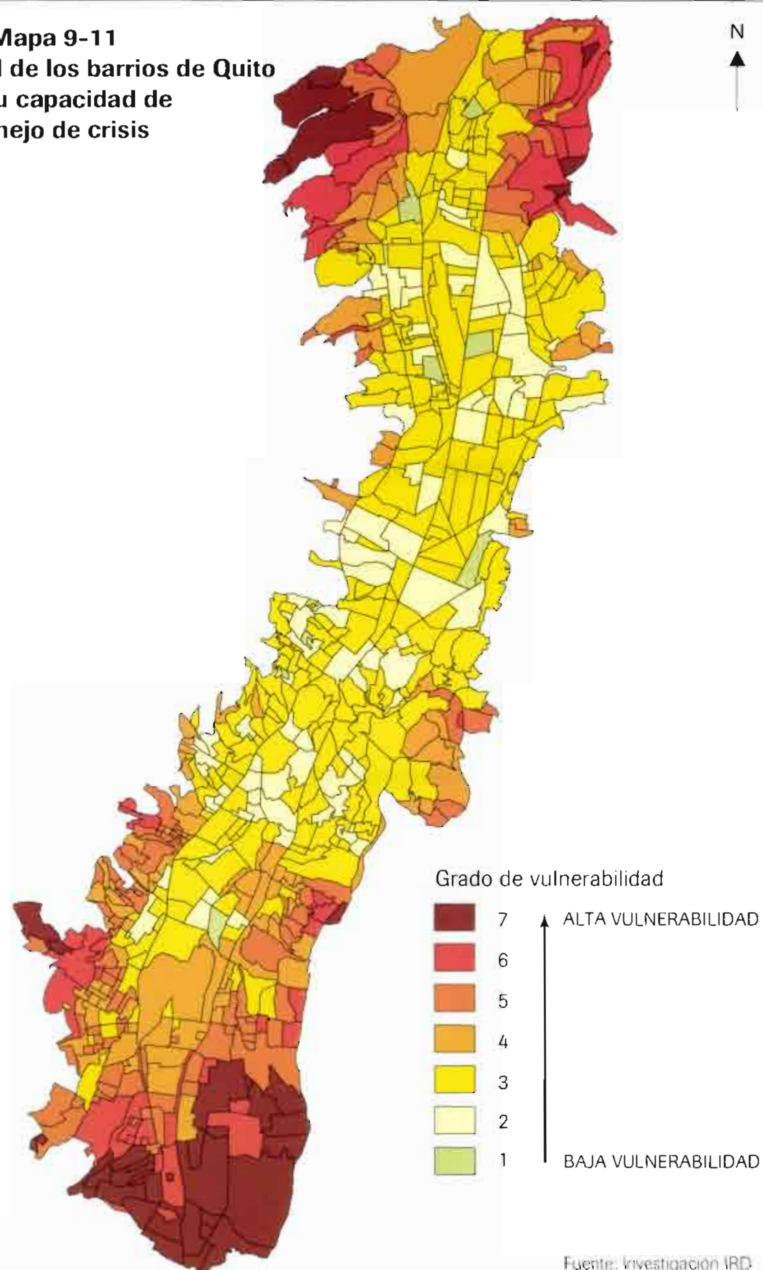
Mapa 9-10
Vulnerabilidad de los barrios de Quito por su exposición a las amenazas



0 2 000 m

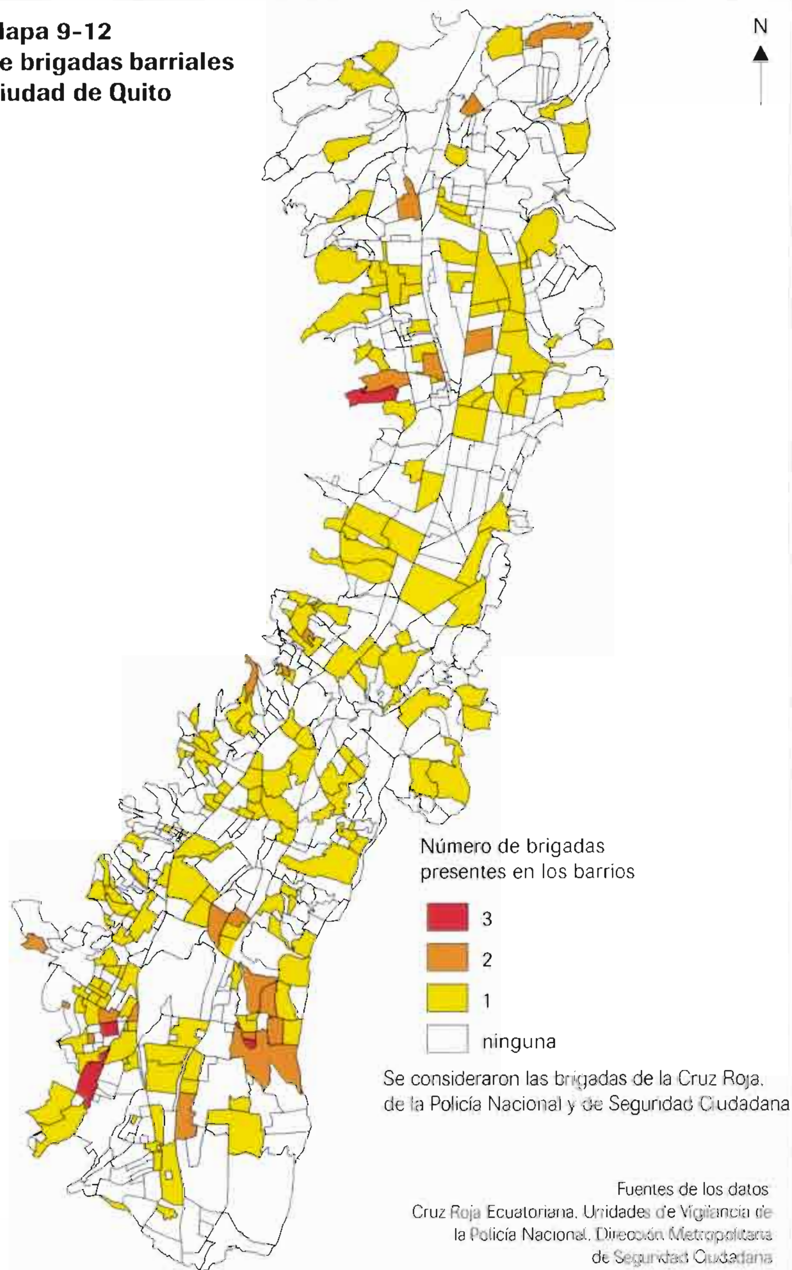
Fuente: Investigación IRD

Mapa 9-11
Vulnerabilidad de los barrios de Quito por su capacidad de manejo de crisis



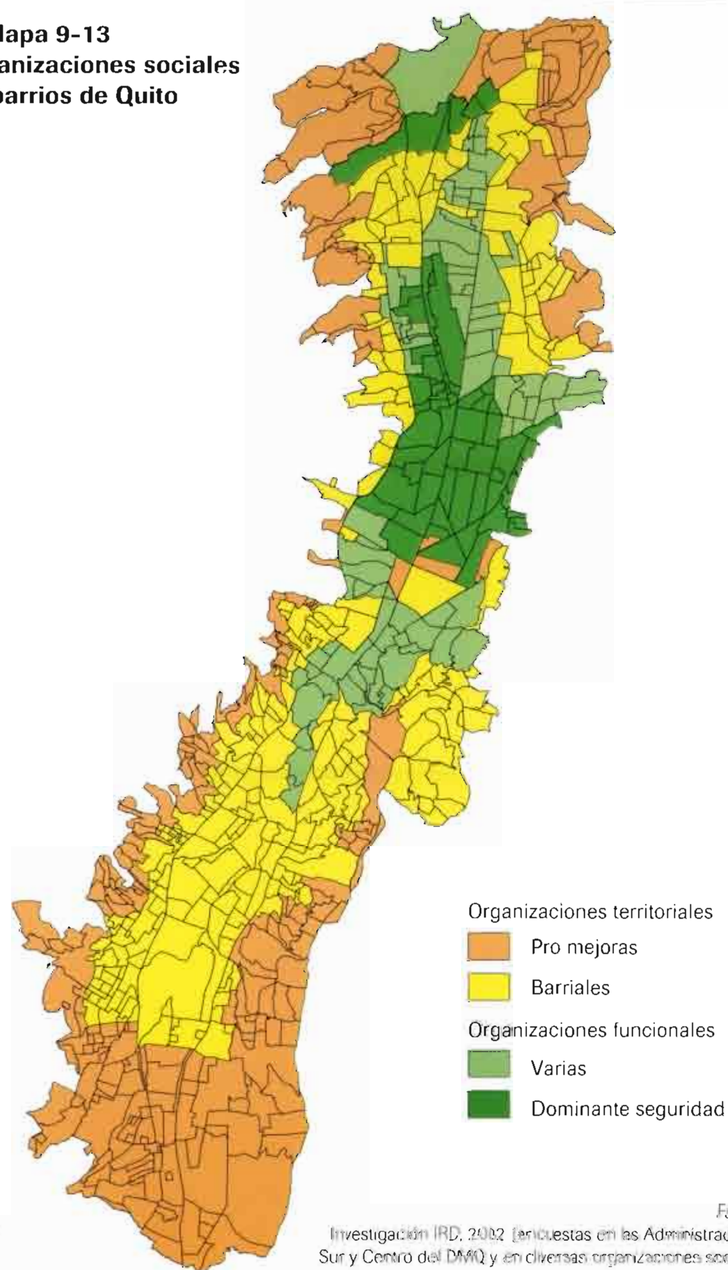
0 2 000 m

Mapa 9-12
Presencia de brigadas barriales en la ciudad de Quito



Fuentes de los datos
Cruz Roja Ecuatoriana, Unidades de Vigilancia de la Policía Nacional, Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana

Mapa 9-13
Tipos de organizaciones sociales en los barrios de Quito

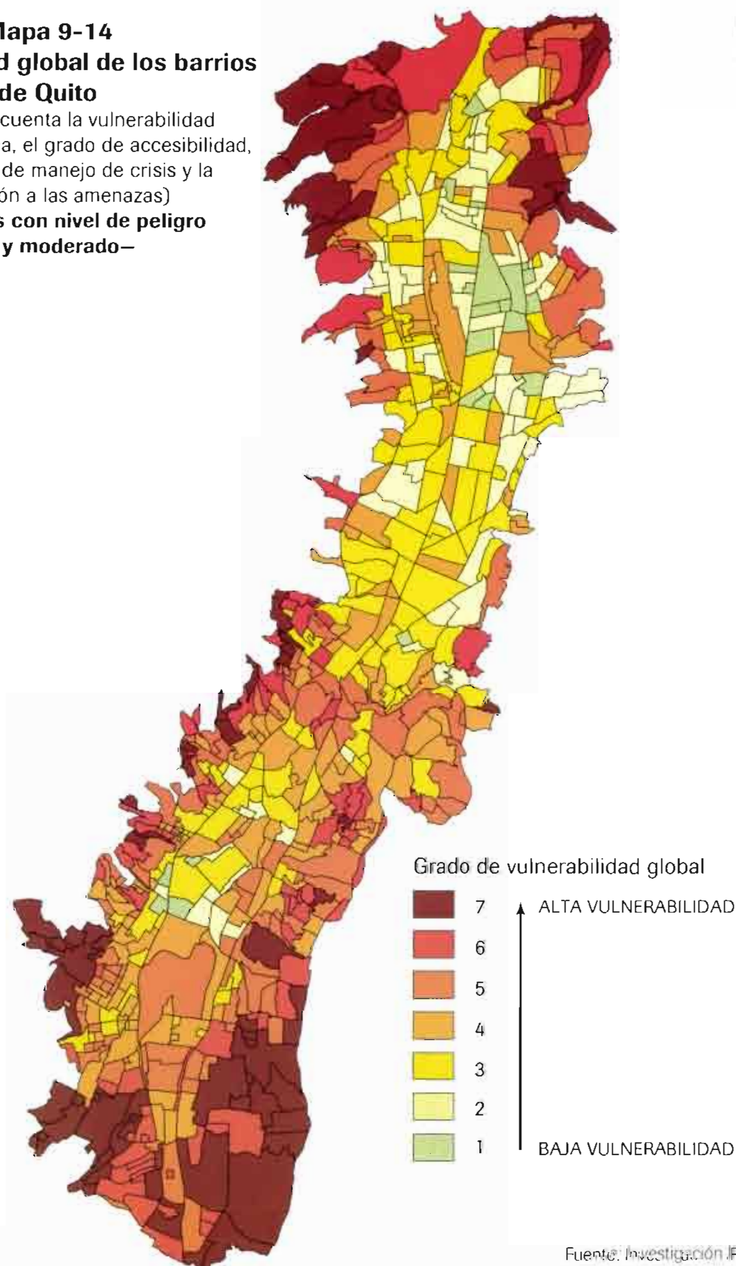


Fuente:
Investigación IRD, 2002 (encuestas en las Administraciones Sur y Centro del DMQ y en diversas organizaciones sociales)

Mapa 9-14
Vulnerabilidad global de los barrios de Quito

(teniendo en cuenta la vulnerabilidad socio-demográfica, el grado de accesibilidad, la capacidad de manejo de crisis y la exposición a las amenazas)

—amenazas con nivel de peligro alto y moderado—

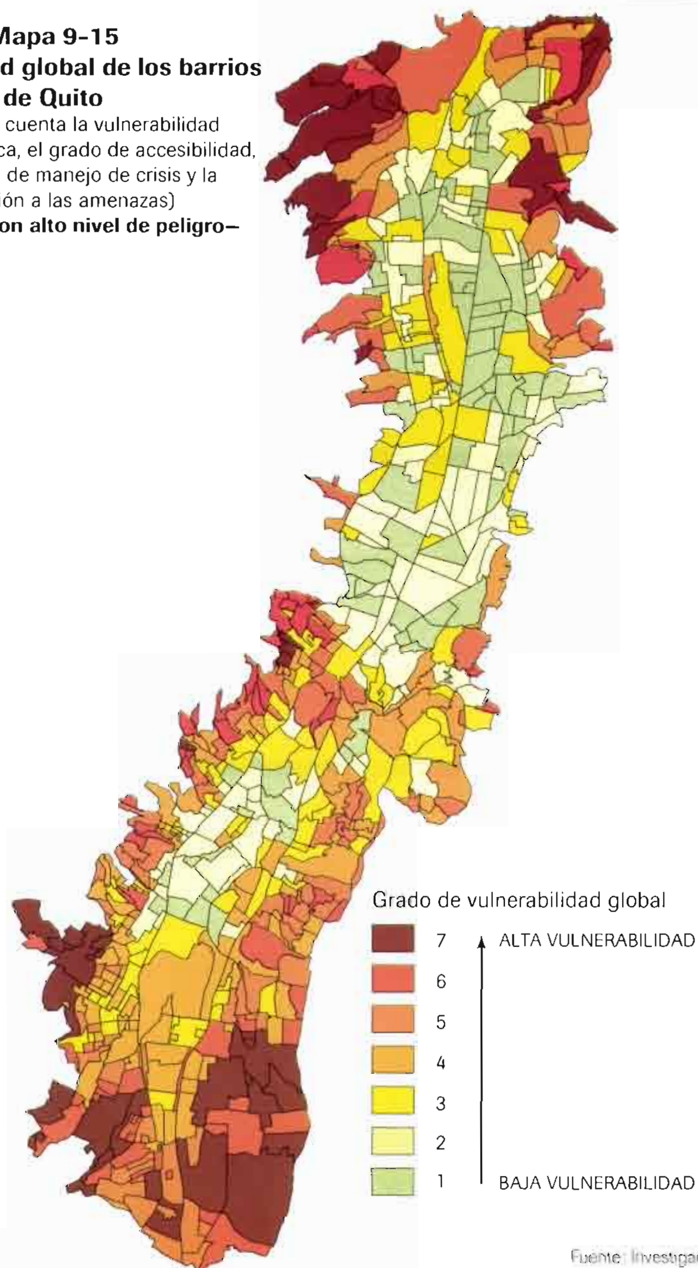


Fuente: Investigación IRD

Mapa 9-15
Vulnerabilidad global de los barrios de Quito

(teniendo en cuenta la vulnerabilidad socio-demográfica, el grado de accesibilidad, la capacidad de manejo de crisis y la exposición a las amenazas)

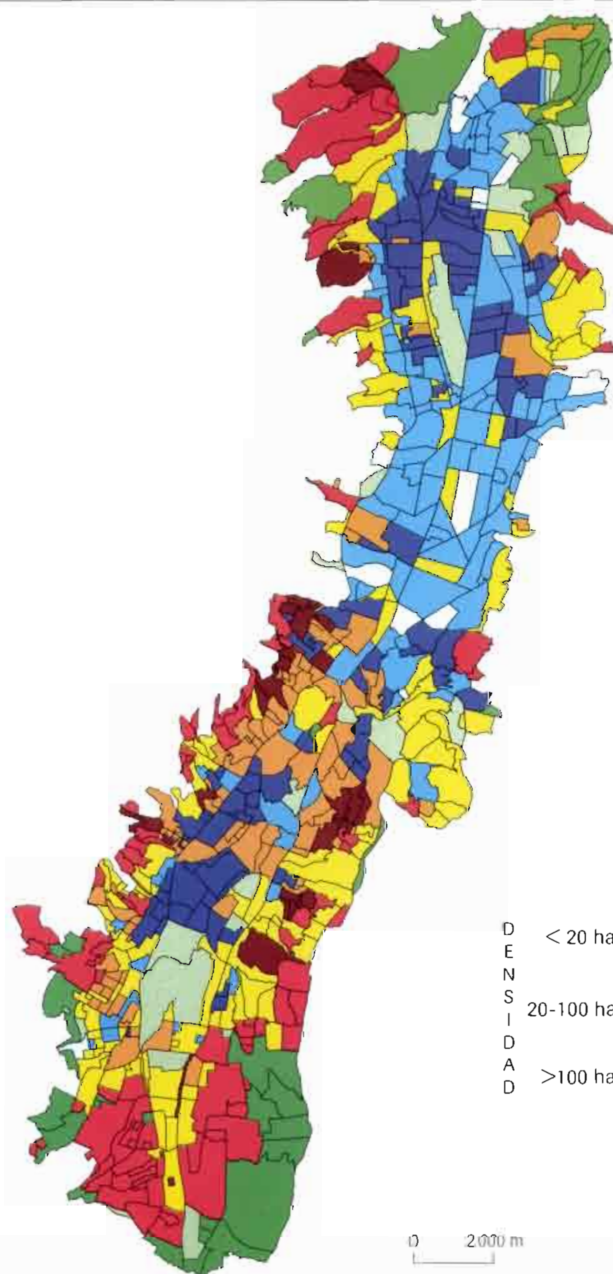
—amenazas con alto nivel de peligro—



Fuente: Investigación IRD



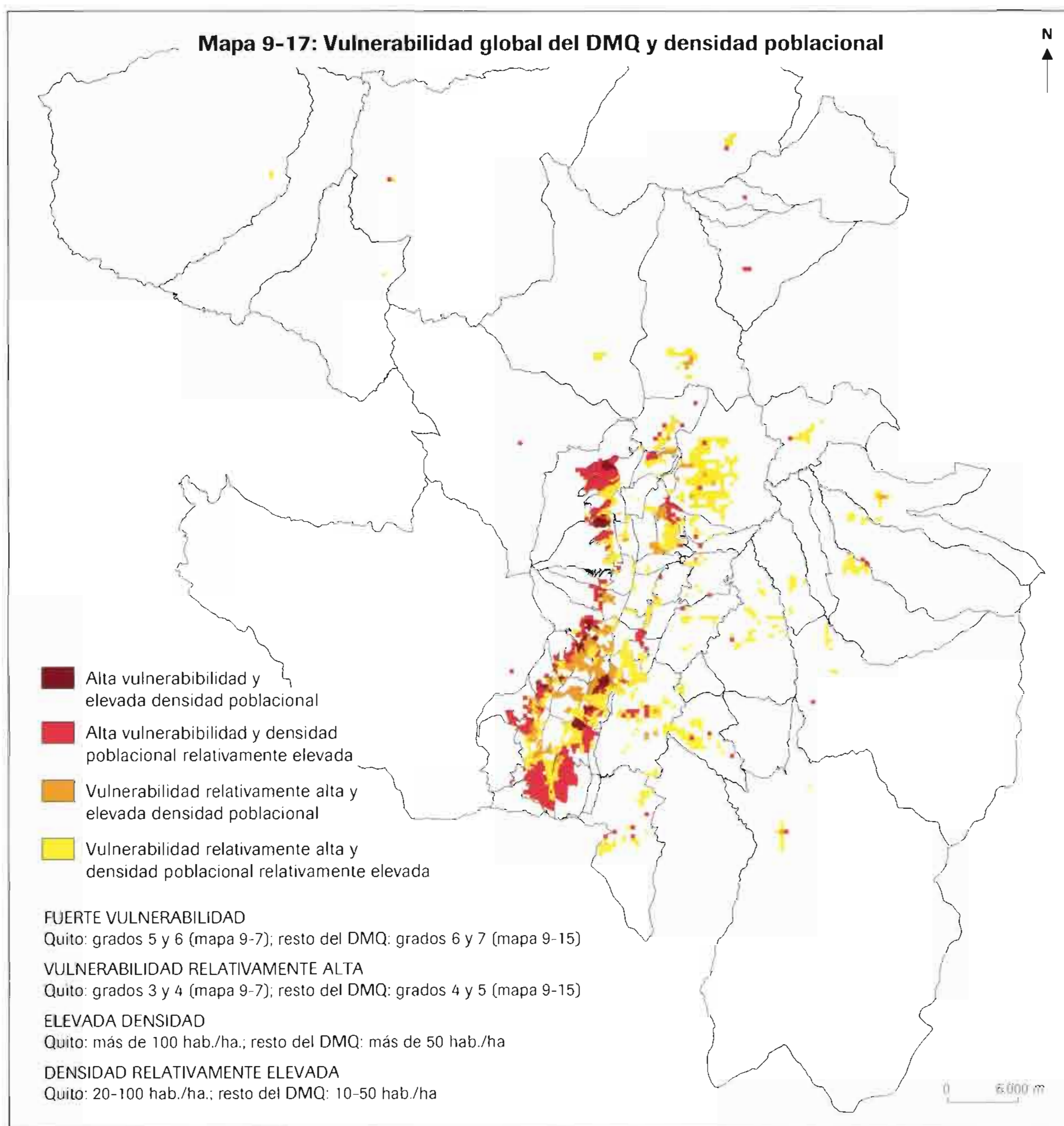
Mapa 9-16
Vulnerabilidad global de los barrios de Quito y densidad de población



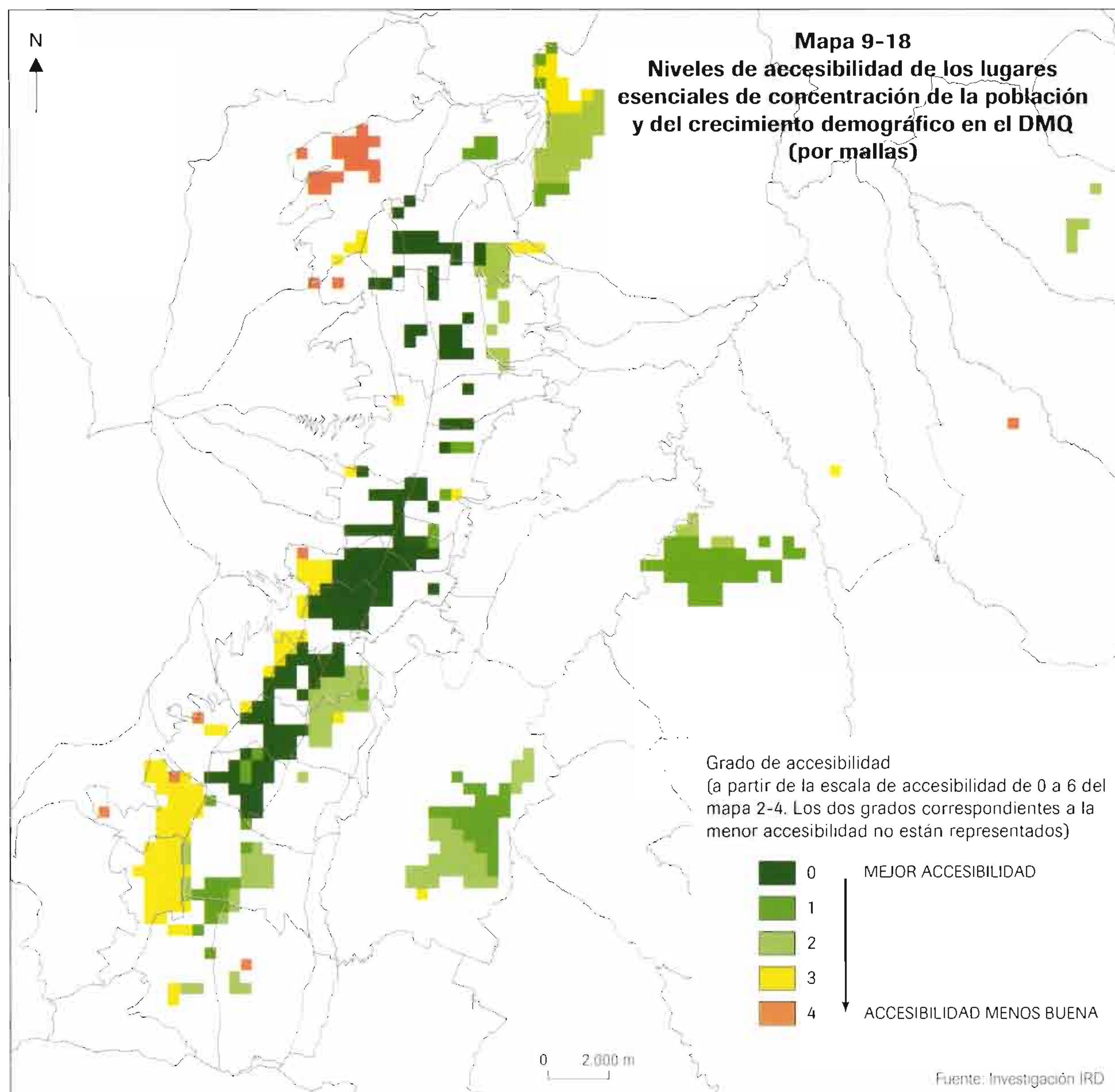
VULNERABILIDAD

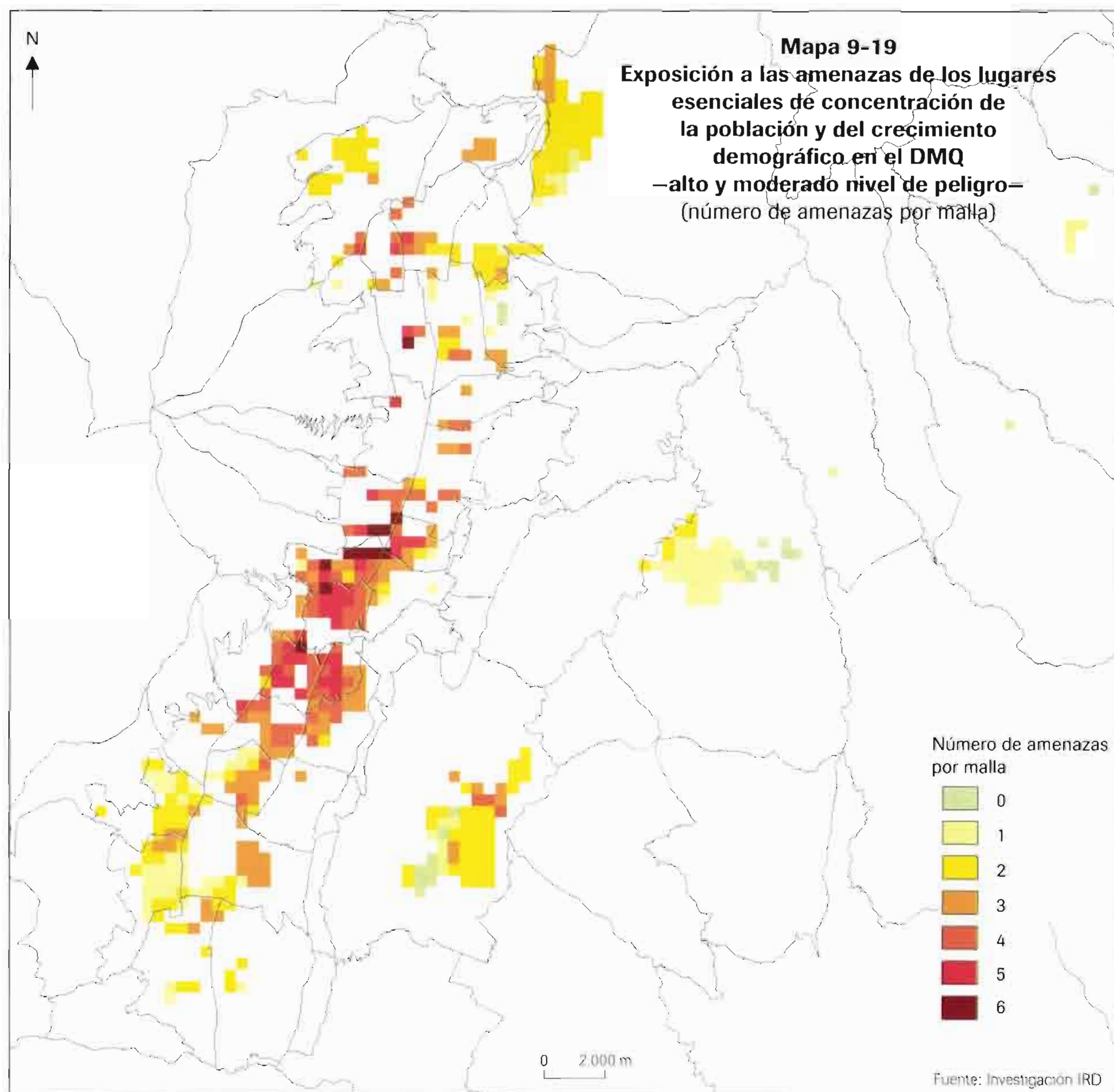
DENSIDAD	Baja a relativamente baja	Relativamente alta	Alta a muy alta
< 20 hab./ha			
20-100 hab./ha			
>100 hab./ha			

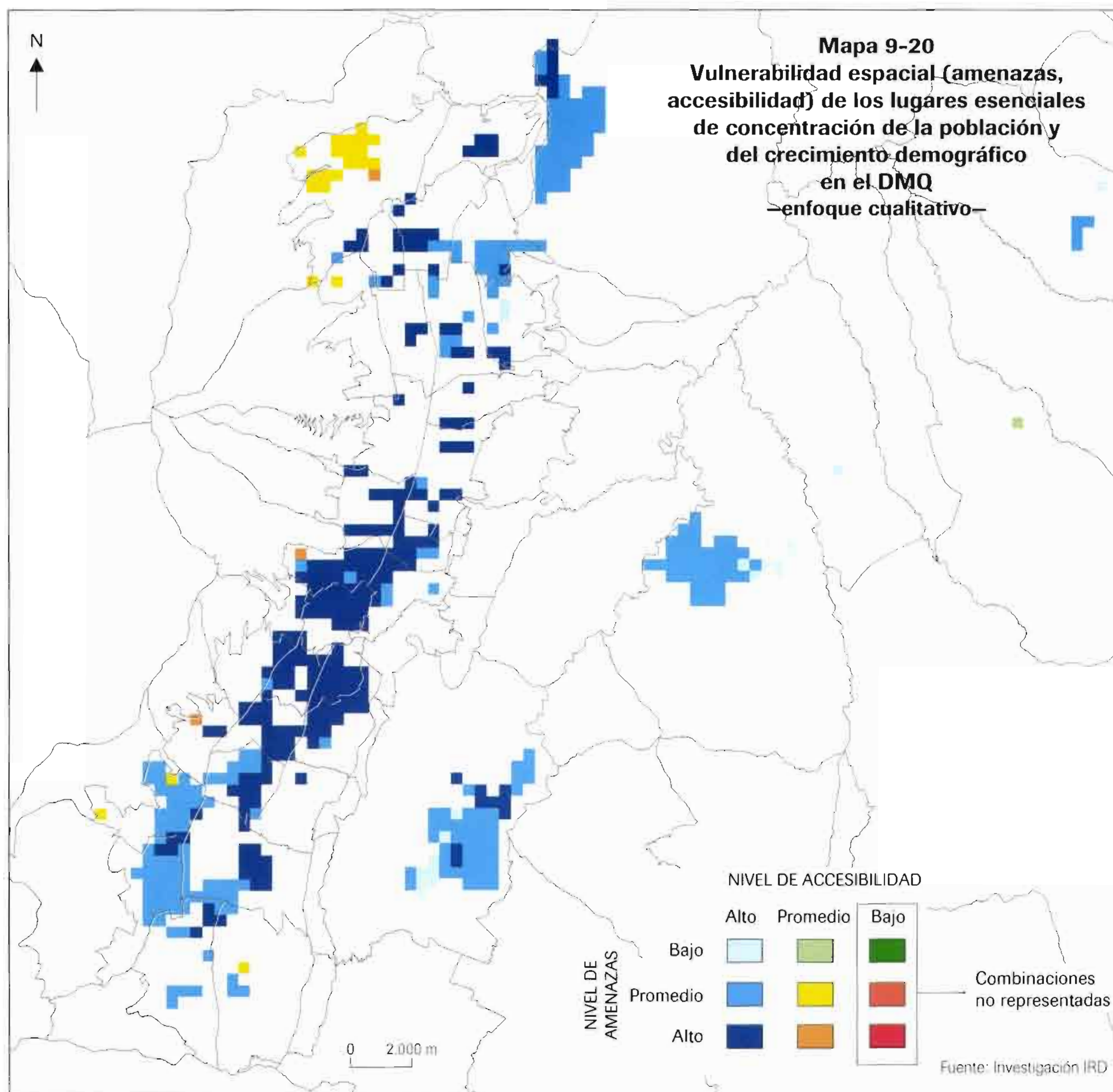
Fuentes: Investigación IRD, Censo INEC 2001

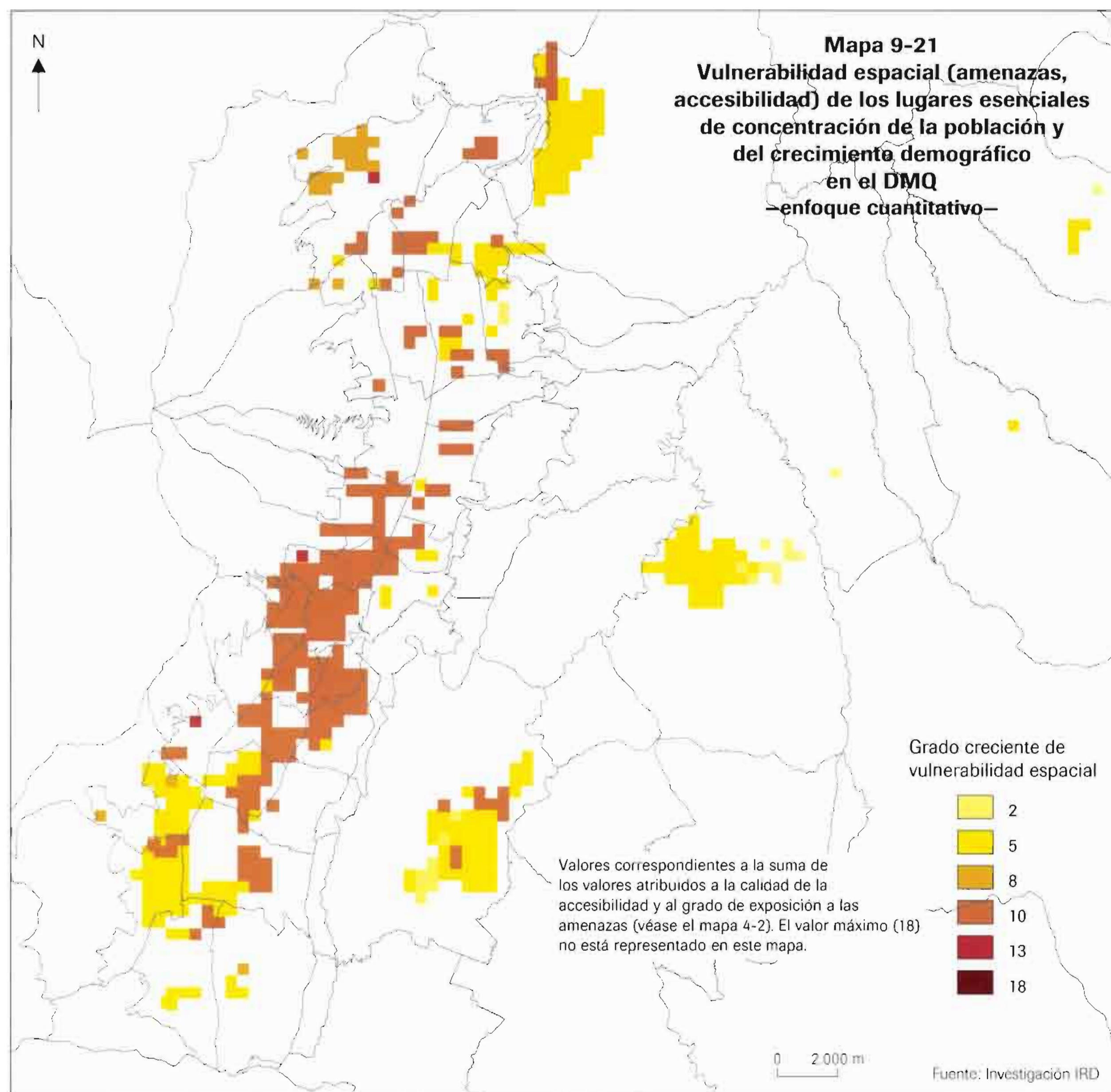


Mapa 9-17: Vulnerabilidad global del DMQ y densidad poblacional
N
Alta vulnerabibilidad y elevada densidad poblacional
Alta vulnerabibilidad y densidad poblacional relativamente elevada
Vulnerabilidad relativamente alta y elevada densidad poblacional
Vulnerabilidad relativamente alta y densidad poblacional relativamente elevada
FUERTE VULNERABILIDAD
Quito: grados 5 y 6 (mapa 9-7); resto del DMQ: grados 6 y 7 (mapa 9-15)
VULNERABILIDAD RELATIVAMENTE ALTA
Quito: grados 3 y 4 (mapa 9-7); resto del DMQ: grados 4 y 5 (mapa 9-15)
ELEVADA DENSIDAD
Quito: más de 100 hab./ha.; resto del DMQ: más de 50 hab./ha
DENSIDAD RELATIVAMENTE ELEVADA
Quito: 20-100 hab./ha.; resto del DMQ: 10-50 hab./ha
0
6.000 m


N
Mapa 9-18
Niveles de accesibilidad de los lugares esenciales de concentración de la población y del crecimiento demográfico en el DMQ (por mallas)
Grado de accesibilidad
(a partir de la escala de accesibilidad de 0 a 6 del mapa 2-4. Los dos grados correspondientes a la menor accesibilidad no están representados)
0
1
2
3
4
MEJOR ACCESIBILIDAD
ACCESIBILIDAD MENOS BUENA
0
2.000 m
Fuente: Investigación IRD


N
Mapa 9-19
Exposición a las amenazas de los lugares esenciales de concentración de la población y del crecimiento demográfico en el DMQ
—alto y moderado nivel de peligro—
(número de amenazas por malla)
Número de amenazas por malla
0
1
2
3
4
5
6
0 2.000 m
Fuente: Investigación IRD


N
Mapa 9-20
Vulnerabilidad espacial (amenazas, accesibilidad) de los lugares esenciales de concentración de la población y del crecimiento demográfico en el DMQ
–enfoque cualitativo–
NIVEL DE ACCESIBILIDAD
Alto
Promedio
Bajo
NIVEL DE AMENAZAS
Bajo
Promedio
Alto
Combinaciones no representadas
0
2.000 m
Fuente: Investigación IRD


N
Mapa 9-21
Vulnerabilidad espacial (amenazas, accesibilidad) de los lugares esenciales de concentración de la población y del crecimiento demográfico en el DMQ
–enfoque cuantitativo–
Grado creciente de vulnerabilidad espacial
2
5
8
10
13
18
Valores correspondientes a la suma de los valores atribuidos a la calidad de la accesibilidad y al grado de exposición a las amenazas (véase el mapa 4-2). El valor máximo (18) no está representado en este mapa.
0 2 000 m
Fuente: Investigación IRD

TERCERA PARTE

LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EL DMQ

Un último componente de la vulnerabilidad territorial corresponde a la reducción de la vulnerabilidad, se trate ya sea de fragilidades espaciales o de las de los elementos esenciales de funcionamiento del territorio. Acciones eficaces tendientes a la reducción de las vulnerabilidades localizadas disminuyen sustancialmente las posibilidades de transmisión de tales vulnerabilidades a nivel del territorio y en esta parte se ofrece la lectura de lo existente y lo potencial en la materia.

Los capítulos 11 y 12 están pues dedicados a la identificación de los elementos útiles para el manejo de crisis en el DMQ y a la localización de los lugares esenciales en este campo. Se analiza la vulnerabilidad de estos últimos partiendo de factores espaciales que son la accesibilidad y la exposición a las amenazas. Luego se efectúa un análisis específico de vulnerabilidad de los establecimientos de salud, elementos esenciales a la vez para el funcionamiento del distrito y el manejo de crisis (capítulo 12). Los capítulos siguientes exponen las acciones de reducción de la vulnerabilidad, su evolución, sus fuerzas y debilidades. Se examinan primeramente las diferentes modalidades de reducción de la vulnerabilidad (capítulo 13), para luego proponer una reflexión sobre la institucionalización de los riesgos en el DMQ o, dicho de otro modo, sobre el establecimiento de normas, reglamentos, estructuras y procedimientos destinados a prevenir los riesgos y a responder a situaciones de emergencia de manera organizada e institucional (capítulo 14).

CAPÍTULO 10

Elementos útiles para el manejo de crisis en el DMQ

1. Particularidades de los elementos útiles para el manejo de crisis

Las crisis en el medio urbano corresponden a «situaciones de desajuste organizacional y de desórdenes en cadena que afectan a lo social, lo económico y al ambiente» (Dubois-Maury y Chaline, 2002, p. 175). Están vinculadas a eventos mayores que provocan la superación de las «capacidades de auto-regulación interna que de ordinario garantizan la continuidad del funcionamiento urbano» (*Íbid.*). Tales eventos pueden tener orígenes muy variados pero nos limitaremos a aquellos ligados al advenimiento de fenómenos de origen natural o antrópico y a las fallas en el funcionamiento de elementos esenciales del sistema urbano.

Las situaciones de gran inestabilidad que constituyen las crisis pueden delimitarse en el tiempo. La mayoría de autores[1] distinguen un período fuera de crisis, un período de crisis y un período poscrisis (período de reconstrucción, denominado igualmente «período de normalización a largo plazo»). El período de crisis propiamente dicho presenta dos o tres fases según existan o no fenómenos anunciadores:

- una fase de pre-emergencias (a veces calificada de prodrómica) marcada por la existencia de fenómenos precursores (actividad sísmica anormal registrada en un volcán, averías repetidas de una

1 por ejemplo, Denis (1993), Dirección General de Protección Civil Española (1997), Lutoff (2000).

fábrica que almacena o procesa productos peligroso, amenazas de levantamiento social, etc.), que ponen en alerta a las autoridades y a los servicios implicados y hacen que se informe a la población potencialmente amenazada;

- una fase de emergencia que se inicia en el momento en que la amenaza es inminente o cuando se produce el impacto si se trata de un fenómeno imprevisible: esta fase, que puede durar de algunas horas a varios días, cubre todo el período del impacto y no termina sino una vez que se han tomado todas las medidas de auxilio y de protección de personas y bienes;
- una fase de recuperación (llamada igualmente «de regreso a la autonomía» o «fase de normalización inmediata») que puede durar de algunos días a varios meses en los casos más graves: esta fase se prolonga hasta el restablecimiento de las condiciones mínimas indispensables para un retorno a una situación aceptable en los sectores afectados[2].

Durante estas fases que constituyen el período de crisis, el sistema urbano no puede funcionar como en época normal: la jerarquía de lo que puede considerarse importante, e incluso esencial, dentro del sistema ya no es la misma. Mientras ciertos elementos del sistema son esenciales tanto en período normal como en período de crisis (tales como el abastecimiento de agua, las telecomunicaciones o los establecimientos de atención médica), otros pasan a un segundo plano en la medida en que la prioridad es manejar una situación de crisis y salir de ella antes de intentar restablecer una situación de funcionamiento normal. Se trata, por ejemplo, del patrimonio, de las actividades culturales y recreativas, e incluso de las empresas que no participan directamente en el manejo de crisis. Finalmente, otros elementos, cuyo papel es modesto en período normal, se tornan fundamentales en período de crisis, como los organismos de manejo de crisis, de las fuentes alternativas de abastecimiento de agua o los lugares de refugio, que pueden considerarse específicos del manejo de crisis.

Así, el objetivo de este capítulo es identificar y representar cartográficamente los elementos útiles e indispensables para el manejo de crisis antes de localizar (capítulo siguiente) los lugares esenciales de dicho manejo, como se hizo en el caso de los lugares esenciales del funcionamiento del DMQ.

Se agruparon los elementos importantes en período de crisis en seis grandes categorías:

2 Durante esta fase se inician las primeras operaciones de rehabilitación, entre otras: control del estado de las construcciones; refuerzo o destrucción de las edificaciones afectadas, según su estado; limpieza de las viviendas y de las vías de comunicación; reparación de los daños más importantes que han sufrido las infraestructuras de transporte, de telecomunicaciones y de abastecimiento de agua; reparación del sistema eléctrico y de provisión de combustibles; alojamiento provisional de las personas sin techo, etc. (Dirección General de Protección Civil Española, 1997).

- los centros y organismos de decisión y de intervención en situación de crisis;
- el abastecimiento de alimentos y de agua potable;
- los elementos de apoyo a la población (establecimientos de atención médica y refugios);
- las comunicaciones (movilidad, telecomunicaciones);
- los elementos útiles para el período de recuperación (empresas que disponen de maquinaria para el descombro, que comercializan materiales de construcción, canteras).

Algunos de los elementos escogidos son específicos del manejo de crisis y desempeñan una modesta función en período normal. Otros son útiles a la vez para el manejo de crisis y para el funcionamiento del Distrito en época normal.

2. Los centros de decisión y de intervención durante situaciones de crisis

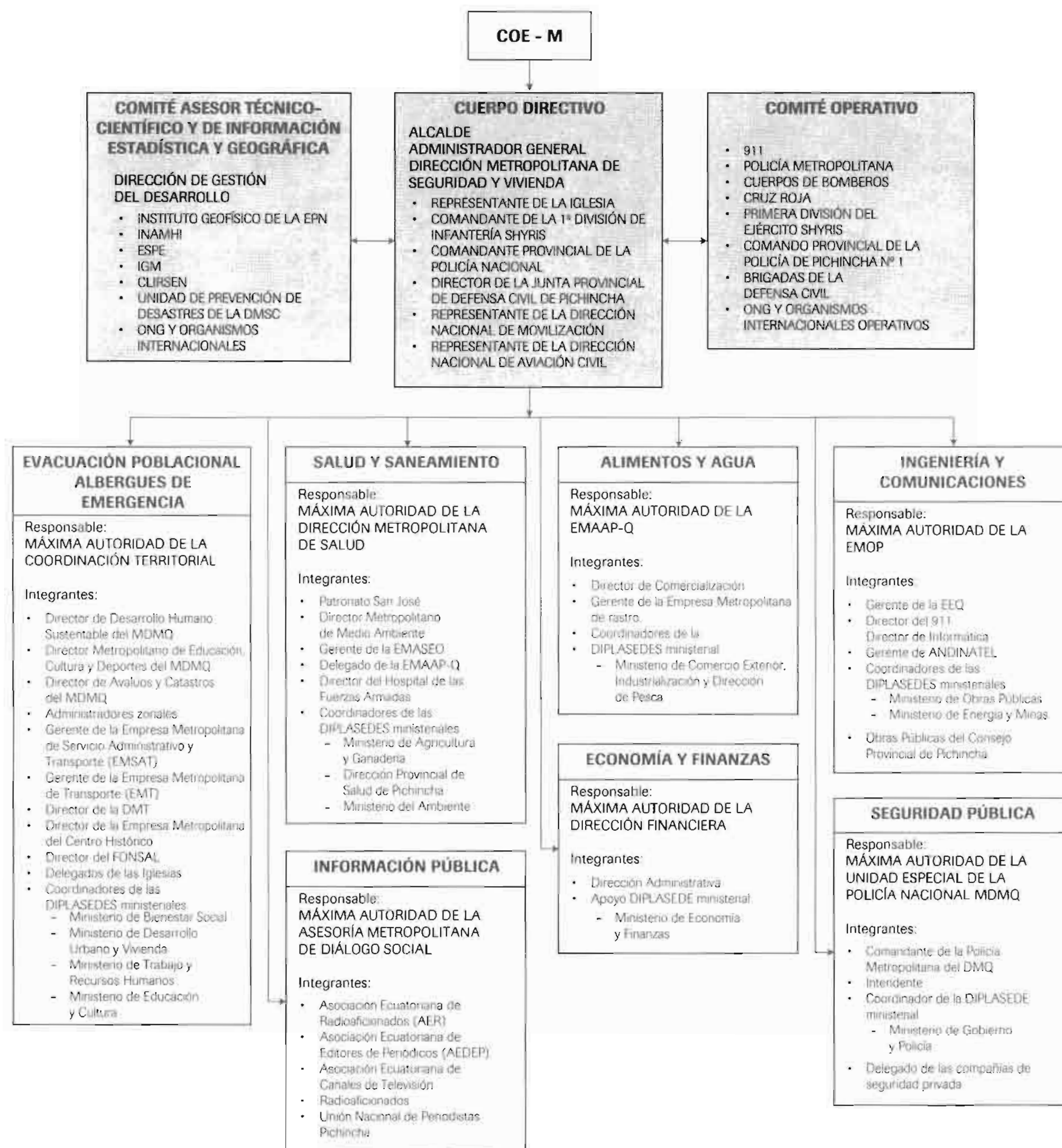
Las instituciones se identificaron con base en el organigrama funcional del COE Metropolitano (2003)[3]. Se pueden distinguir 4 conjuntos de instituciones (véase figura 10-1). A la cabeza del COE, el Cuerpo Directivo dirigido por el Alcalde de Quito, reúne a las principales instancias militares, policiales y religiosas; su papel es la toma de decisiones. El Cuerpo Directivo es asistido por un Comité asesor técnico-científico, en el que se juntan las principales instituciones capaces de proporcionar las informaciones científicas, técnicas, sociales y geográficas útiles para el manejo de la crisis, y por un Comité operativo que reúne a los diferentes organismos de intervención en período de crisis (911, Cruz Roja, Cuerpo de Bomberos, Defensa Civil, Fuerzas Armadas, Policía, etc.). Un conjunto de instituciones públicas (del Distrito, nacionales) o privadas apoya a los tres comités y puede intervenir en siete campos (evacuación poblacional y albergues de emergencia, salud y saneamiento, alimentos y agua, ingeniería y comunicaciones, información pública, economía y finanzas, seguridad pública).

Nuestro trabajo consistió en localizar las diferentes instituciones incluidas oficialmente en el COE Metropolitano, y también en identificar otros organismos cuyo papel puede ser importante en período de crisis[4]. El Comité asesor técnico-científico fue

[3] El Comité de Operación de Emergencias (COE) es un organismo creado a través de la Defensa Civil mediante la *Doctrina Legal del año 1999 y ratificada para el año 2002*. En el capítulo V del documento se dice que es un «organismo de coordinación, planificación, dirección, control y supervisión de las actividades que se realizan en los diferentes niveles: nacional, provincial, cantonal y parroquial, antes, durante y después de una emergencia». Es decir que existen diferentes COE según los distintos niveles geográficos. En el caso del DMQ se trata del COE cantonal denominado Metropolitano (véase el capítulo 14).

[4] El COE Metropolitano, reunido cuando la crisis ligada a la erupción del volcán El Reventador el 3 de noviembre de 2002, comprendía aproximadamente los dos tercios de las instituciones previstas en su organigrama, pero participaban instituciones que no constaban en este último.

Figura 10-1
Organigrama del COE Metropolitano



completado, por ejemplo, con instituciones como la Dirección Municipal de Medio Ambiente o la Fundación Natura. En el caso del Comité operativo, se identificaron los diferentes cuarteles del Cuerpo de bomberos y los principales organismos internacionales y ONG que desempeñan un papel en el manejo de crisis. Asimismo se listaron y completaron las instituciones representantes de las diferentes áreas de intervención, en especial en el campo de la información al público. El Itchimbía acoge al 911 y también es sede del COE Metropolitano, razón por la cual su localización era esencial.

El mapa 10-1 presenta la distribución geográfica de todas estas instituciones en el Distrito y el mapa 10-2 proporciona el detalle por tipo de entidad. Estas se concentran dentro de los límites de la ciudad de Quito (en un 97%) y particularmente en el centro y centro norte (en un 82%). Esta marcada concentración de las entidades encargadas del manejo de crisis en un espacio restringido (alrededor de 2 km^2, es decir menos del 0,5% de la superficie del Distrito) constituye innegablemente un factor de vulnerabilidad sobre todo en la hipótesis de que este sector se vea afectado por un fenómeno de gran intensidad, del tipo sismo. El mapa 10-2, así como los mapas 10-3 y 10-4 que muestran la localización de las instituciones de los Cuerpos directivo y operativo, indican que la mayor concentración atañe prácticamente a todos los tipos de institución, salvo a aquellas que conforman el Cuerpo operativo cuya dispersión en el espacio quiteño es mayor.

3. El abastecimiento de alimentos y de agua

Lo útil para el abastecimiento alimentario del DMQ en período de crisis está constituido primeramente por los elementos esenciales del funcionamiento habitual del Distrito[5]. A estos elementos hay que agregar los lugares secundarios de la distribución alimentaria que pueden desempeñar un papel de proximidad importante en período de crisis[6] así como los lugares posibles de almacenamiento de los víveres provenientes de la ayuda nacional e internacional. Estos son elementos específicos del manejo de crisis. La institución encargada de recibir la ayuda alimentaria internacional es el Ministerio de Relaciones Exteriores y, a través de él, la Defensa Civil y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). La DIPLASEDE[7] del MAG es responsable del almacenamiento de productos alimenticios provenientes de la ayuda internacional y, con la ayuda de la Defensa Civil, está encargada de coordinar la logística de entrega de víveres a los damnificados y personas necesitadas. Para ello se ha dispuesto que los coliseos de

5 Principales vías para el abastecimiento de alimentos, principales mercados, ferias libres, bodegas, supermercados, El Camal Metropolitano, la Pasteurizadora (véase D'Ercole y Metzger, 2002, p. 93-103).

6 Vías secundarias de abastecimiento de alimentos, mercados y supermercados de segundo nivel, etc.

7 Dirección para el Planeamiento de Seguridad y Desarrollo del Estado.

los colegios puedan ser utilizados como lugares de almacenamiento de alimentos debido a las condiciones que ofrecen, como servicios básicos, lugares amplios y cubiertos dotados de ventilación.

El mapa 10-5 representa los elementos útiles para el abastecimiento alimentario del DMQ en caso de crisis. Comprende los elementos esenciales y secundarios del funcionamiento en período normal así como los principales lugares provisionales de almacenamiento de víveres: principales colegios, identificados[8] en función de su accesibilidad, de su tamaño y de su modernidad (calidad de la construcción, aeración, etc.), así como la Junta Provincial de Defensa Civil cuyos locales están en capacidad de almacenar alimentos.

Respecto del abastecimiento de agua, además de los elementos esenciales del funcionamiento en período normal[9], se escogieron los elementos que ofrecen reservas y alternativas al funcionamiento de la red pública. Se trata, por un lado, de elementos de importancia menor para el funcionamiento normal pero que pueden ser muy útiles en caso de crisis (otras plantas, otros tanques), y por otro, de elementos más específicos para el manejo de crisis como los pozos de caudal superior a 15 m^3/s[10], y el sitio de La Ofelia que permite el abastecimiento de los tanqueros. En el mapa 10-6 se localizan todos estos elementos útiles para el suministro de agua al Distrito en período de crisis.

4. El apoyo a la población (atención médica, refugios y albergues)

En el campo del apoyo a la población en período de crisis se escogieron dos conjuntos de elementos: los componentes del sistema de atención médica (establecimientos de salud, ambulancias y hospitales móviles) y los refugios y albergues.

Atención médica

Los establecimientos de salud y particularmente aquellos que disponen de camas capaces de acoger a los enfermos y heridos, constituyen elementos indispensables para el manejo de crisis. Los 17 establecimientos considerados mayores para el funcionamiento del DMQ lo son pues también para el manejo de crisis[11]. Sin embargo, en un contexto de crisis, se debe contar con todos los servicios de atención médica, incluso si son de importancia menor

---

[8] En colaboración con la Dra. Norma Miranda de la Dirección Metropolitana de Salud.

[9] Cuatro líneas de captación (Papallacta, Pita, Mica, El Placer), cuatro plantas (Puengasí, Bellavista, El Troje, El Placer), tres tanques (Bellavista Medio, Carolina Medio, Alpahuasi Alto). Véase el capítulo 6 y D'Ercole y Metzger, 2002, p. 79-91.

[10] Los datos provienen de la EMAAP-Q en el caso de los pozos públicos y de la Agencia de Aguas Quito en el de los pozos privados.

[11] Véase D'Ercole y Metzger, 2002, p. 41-51.

en período normal. Por ello, se consideraron todos los establecimientos de salud del Distrito, desde los puestos de salud hasta los establecimientos más importantes, aunque no hagan parte de los elementos esenciales.

Más específicos para el manejo de crisis son las ambulancias que se intentó localizar[12] (mapa 10-7). Se censaron en el Distrito 76 ambulancias, de las cuales 47 son privadas y especializadas en atención médica a domicilio y 29 públicas, en lo esencial adscritas al sistema integrado de emergencias del DMQ (ambulancias del MDMQ, de la Cruz Roja Ecuatoriana, del Cuerpo de Bomberos, de la Defensa Civil, del IESS, del Consejo Provincial de Pichincha y de la Policía Nacional). Otros elementos esenciales para el manejo de crisis son los «hospitales móviles de emergencias quirúrgicas». El Ministerio de Defensa, a través de su División logística, cuenta con cierta cantidad de unidades de este tipo[13], pero no fue posible conocer su cantidad ni su localización por razones de confidencialidad de la información[14].

El mapa 10-8 representa los elementos disponibles para manejar una situación de crisis en el DMQ en materia de atención médica, por lo que reúne todos los establecimientos de salud y los lugares de adscripción de las ambulancias. Muestra una repartición espacial sumamente desigual que favorece claramente al centro y al centro norte de la ciudad de Quito, en lo que se refiere a los establecimientos de salud más importantes y a las ambulancias, mientras que el sur de la ciudad y el resto del Distrito están muy desprovistos de tales elementos. De producirse un evento grave que provoque numerosos heridos, serían inevitables los desplazamientos a larga distancia incluso en la hipótesis de una repartición adecuada de los hospitales móviles.

Refugios y albergues

Si sobreviene un sismo u otro fenómeno de origen natural o antrópico, parte de las construcciones del DMQ pueden ser parcial o totalmente destruidas quedando inutilizables. Sin estar necesariamente destruidas pueden ser peligrosas mientras no se realicen los controles pertinentes. Una simple amenaza (el anuncio de una posible erupción o de deslizamientos

---

12 La dirección de emergencias 911 proporcionó la ubicación de las ambulancias que pertenecen al sistema integrado de emergencias y las clínicas y empresas privadas fueron contactadas telefónicamente (los datos corresponden a octubre de 2003).

13 Cada hospital móvil cuenta con salas para heridos leves y graves, uno o dos quirófanos, cocinas, comedores y «necroterio». Pueden recibir como máximo 80 pacientes, que pueden permanecer hasta 48 horas para luego ser enviados a unidades de mayor capacidad.

14 La única información que fue posible obtener es que, en caso de emergencia grave, las FF.AA instalarían un hospital móvil donde actualmente funciona la ESPE, en el valle de Los Chillos. Como ese emplazamiento está ubicado fuera del Distrito, no se cartografió la localización eventual de dicho hospital.

de terreno, por ejemplo) puede tornar ciertos espacios particularmente peligrosos. En todo caso, ya sea de manera preventiva, al momento de producirse un fenómeno potencialmente destructor, o después, es imprescindible contar con lugares de abrigo para albergar temporalmente o por mayor tiempo a la población afectada. Se consideraron dos tipos de refugio: los refugios temporales, lugares abiertos (zonas verdes, parques, estadios, plazas o cualquier otro espacio suficientemente amplio para acoger a personas que buscan protegerse y alejarse de una zona de alto riesgo, por ejemplo cuando se produce un sismo o en la perspectiva de réplicas) y los albergues, lugares cubiertos destinados a acoger por más largo tiempo a las personas afectadas, evacuadas o sin techo. Se puede tratar de establecimientos escolares, de casas comunales o barriales, de centros de exposición, de conventos, etc.

El punto de partida de la localización de los refugios temporales y albergues fue el análisis de los planes de contingencia de las administraciones zonales del MDMQ y del Ministerio de Bienestar Social, ambos con legitimidad para tomar decisiones en este campo. Siendo tales planes antiguos e inadaptados a ciertas situaciones[15], la información estaba forzosamente desactualizada, por lo que se recurrió a la opinión de expertos[16] para depurar la lista de refugios oficiales y determinar otros lugares que no constan en la lista oficial pero que pueden servir de albergue. Así, se estableció una nueva lista de lugares de refugio temporal y de albergues, oficiales o potenciales. Estos fueron jerarquizados según tres grados de importancia en función de diversos criterios tales como la capacidad de acogida, la accesibilidad, la seguridad, el hecho de que la población los conozca, etc.[17] El resultado de este trabajo aparece

---

15 Fueron elaborados con apremio durante la crisis ligada a la reactivación del volcán Guagua Pichincha en 1998-1999.

16 Colaboración de la Doctora Norma Miranda de la Dirección Metropolitana de Salud y del Coronel Miguel Flores de la Dirección Provincial de Defensa Civil.

17 Se trata ante todo de un trabajo preliminar que permitió mejorar de modo significativo la información disponible en materia de refugios al momento en que se inició este estudio. El trabajo se realizó con base en mapas y en los conocimientos de expertos, pero no se hizo ninguna salida de campo. Si bien este trabajo constituye una base útil, es conveniente proseguirlo más a profundidad con visitas a cada sitio. Para ir en este sentido y para una elección óptima de los lugares de refugio, la Dirección Metropolitana de Salud y la Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana determinaron criterios pertinentes para los albergues (instalaciones antisísmicas, espacios internos que deben tener por lo menos 3 m^2 por persona, servicios básicos adecuados y en funcionamiento, altura del albergue de 2,5 m en promedio, suficiente aeración, pisos y paredes protegidos contra la humedad, lugares con espacios internos amplios) y, de manera general, para los albergues y lugares de refugio temporal (amplia capacidad del lugar, accesibilidad, seguridad, simbolismo, es decir como referente por la importancia que tiene dicho lugar en la vida cotidiana de las personas, localización estratégica por zonas o barrios).

en los mapas 10-9 y 10-10. El primero indica la distribución espacial de los albergues y lugares de refugio por tipo (oficiales, potenciales), el segundo su grado de importancia. Entre los albergues de mayor importancia figuran la mayoría de casas barriales y comunales, algunas haciendas y algunos colegios. La mayor parte de estadios o espacios deportivos y numerosos parques o áreas verdes (Parque Metropolitano, La Carolina, Itchimbía...) constan entre los refugios temporales más importantes. Como lo muestra el mapa 10-10, salvo en ciertos sectores como el noroeste de la ciudad de Quito, los refugios están repartidos de manera bastante regular en las zonas más densamente pobladas, aquellas para las cuales la existencia de refugios claramente identificados es indispensable en período de crisis. En lo que respecta a los refugios, los problemas que pueden plantearse no parecen ubicarse en el plano de su cantidad o de su localización, sino que podrían provenir de la calidad de acogida que pueden ofrecer. Garantizar esta última supone proseguir los trabajos aquí iniciados con visitas sistemáticas a los sitios.

5. El abastecimiento energético

Para el abastecimiento de **energía eléctrica**, el punto de vista adoptado es que lo importante para el funcionamiento habitual del Distrito lo es igualmente en período de crisis. En efecto, los elementos que permiten el funcionamiento del sistema eléctrico en período normal (principales subestaciones, principales líneas) son también los que deben abastecer a la ciudad durante una crisis. Habrían podido escogerse otros elementos más específicos de un período de crisis, porque representan alternativas para el funcionamiento del sistema eléctrico, como los generadores de electricidad, públicos o privados, pero no fue posible inventariarlos en el marco de este estudio. Así, los elementos y lugares del abastecimiento eléctrico en período de crisis son entonces los que se cartografiaron durante la primera fase del programa de investigación[18].

En caso de crisis, los elementos esenciales del abastecimiento de **combustibles** corresponden a los elementos esenciales del funcionamiento del DMQ[19] a los que se agregaron elementos de menor importancia en el Distrito pero que en período de crisis pueden revelarse decisivos: gasolineras de menos de 10 surtidores, estaciones centralizadas y lugares de expendio de gas, almacenamiento de combustibles del aeropuerto, vías secundarias de distribución de combustibles. El mapa 10-11 representa todos estos elementos.

[18] Véanse los mapas 5-1 y 5-2 de este libro (p. 144 y 145), al igual que D'Ercole y Metzger, 2002, p. 105-116.

[19] Las cuatro plantas de almacenamiento de combustibles (El Beaterio, Itulcachi, AGIP-GAS y CONGÁS), los ocho centros de acopio de gas, los poliductos que llegan a El Beaterio, las gasolineras de 10 surtidores o más y las vías principales de distribución de combustibles (véase D'Ercole y Metzger, 2002, p. 117-125).

6. Las comunicaciones

En el caso de la **movilidad**, se escogieron el aeropuerto y los ejes viales principales, infraestructuras esenciales tanto para el funcionamiento normal del DMQ como para el manejo de crisis[20].

Se consideraron igualmente los ejes de segundo nivel que desempeñan un papel importante a nivel de una parte de la ciudad o de una parroquia. En efecto, corresponden a un primer nivel de atención local, permiten la circulación entre barrios y unen a los ejes esenciales a nivel del Distrito (mapa 10-12). Estos ejes comprenden también aquellos que permiten desplazarse al exterior del DMQ pero cuyo papel es menor al de los ejes del mismo tipo determinados como elementos esenciales. Es el caso de la vía Calacalí-La Independencia (Mitad del Mundo). Estos ejes de segundo nivel para el funcionamiento habitual del Distrito pueden revelarse esenciales en período de crisis en la medida en que, por ejemplo, permitirían dirigir los flujos hacia los ejes de primer nivel en la hipótesis de una evacuación de la población, servir de itinerario de descongestión en caso de cierre de un eje mayor, acceder a los barrios siniestrados y a ciertos elementos esenciales en caso de crisis (hospitales, cuarteles de bomberos...).

Los elementos esenciales de las **telecomunicaciones** en período normal lo son igualmente en período de crisis[21]. En efecto, todos los utilizadores de las antenas de telecomunicaciones son al mismo tiempo actores del manejo de crisis, y las centrales telefónicas desempeñan siempre un papel esencial.

7. Los elementos útiles para el período de recuperación

Como se indicó en la introducción de este capítulo, el período de recuperación (llamado también «período de retorno a la autonomía» o «fase de normalización inmediata») es parte integrante de todo período de crisis en que se ha producido un fenómeno destructor. Todavía no se trata del período de reconstrucción sino de una fase de rehabilitación de los elementos vitales para la supervivencia de la población y el funcionamiento de la ciudad. En ella, los elementos necesarios son los que permiten el descombro, el transporte de los escombros, la limpieza de las vías de comunicación, la destrucción o el refuerzo de las construcciones afectadas, la reparación de los daños más importantes que han sufrido las infraestructuras básicas, etc. En esta perspectiva, el objetivo es identificar y localizar, al interior del Distrito, los elementos indispensables que permitan enfrentar tal situación. Para ello se inventariaron las empresas que disponen de maquinaria para la limpieza, la demolición y la construcción, las que comercializan los

[20] Véase el mapa 7-2, p. 192 de este libro, al igual que D'Ercole y Metzger, 2002, p. 133-144.

[21] Véanse los mapas 11-1 y 11-2 en D'Ercole y Metzger, 2002, p. 130-131.

productos útiles para la construcción y las canteras que proporcionan materiales de construcción[22].

En lo que se refiere a las empresas que disponen de maquinaria para limpieza, demolición y construcción, la información proviene de tres instituciones: el Ministerio de Obras Públicas (MOP), la Empresa Metropolitana de Aseo (EMASEO) y la Empresa Metropolitana de Obras Públicas (EMOP)[23]. Se localizaron 74 campamentos y para cada uno se obtuvo la cantidad de maquinaria disponible (cuadro 10-1). En total se inventariaron cerca de 2.000 unidades de maquinaria de todo tipo, de las cuales el 24,2% pertenecen al sector público (Fuerzas Armadas, Consejo Provincial de Pichincha, MOP, EMOP, EMASEO) y el 75,8% al sector privado[24].

El mapa 10-13 indica la repartición de las empresas que disponen de maquinaria, en función de la cantidad de unidades y del estatus de las empresas. Estas se ubican en su mayoría en el norte de la ciudad de Quito, aunque también a lo largo de los ejes de comunicación hacia los valles y particularmente hacia el de Los Chillos.

Las empresas que comercializan productos útiles para la construcción fueron identificadas a partir de la base de datos del Servicio de Rentas Internas (SRI)[25]. Se inventariaron 117 establecimientos de este tipo: empresas productoras y distribuidoras de hierro y cemento, mayoristas distribuidoras de material de ferretería y herramientas, distribuidoras de materiales de construcción, empresas que manejan canteras de arena, piedra y arcilla, empresas madereras. El mapa 10-14 presenta su distribución espacial[26]. Se observa una tendencia a la concentración en el centro norte de Quito[27], pero se las encuentra igualmente, en menor cantidad, en el sur de la ciudad y en los valles.

---

22 Todos los elementos escogidos (empresas y canteras) se ubican dentro de los límites del DMQ. Claro está que otras empresas situadas fuera del Distrito pueden intervenir durante el período de recuperación, pero se puede estimar que las empresas del DMQ son suficientemente numerosas y variadas para cubrir lo esencial de las necesidades.

23 El MOP proporcionó la lista de sus propios campamentos, la de otras instituciones públicas y la de las empresas constructoras privadas que luego fueron contactadas telefónicamente. La EMASEO y la EMOP permitieron la localización y la caracterización de sus propias instalaciones. Las informaciones datan de 2001, salvo en el caso del MOP (2002).

24 dentro del cual las empresas Herdoiza y FOPECA disponen de más de 100 unidades cada una y la empresa Hidalgo de más de 300.

25 base que se utilizó igualmente para el estudio de la empresas en el DMQ (véase D'Ercole y Metzger, 2002, p. 147-158).

26 La información disponible es a nivel catastral. Las hojas catastrales son rectángulos que cubren 24 ha.

27 Al menos en lo que se refiere a la casa matriz de la empresa. Algunas disponen en efecto de diferentes locales de producción y comercialización, pero no fue posible localizarlos.

Cuadro 10-1
Maquinaria disponible en el DMQ durante un período de recuperación
(en número de unidades)

Tipo	Sector público	Sector privado	Total
Tractores	102	369	471
Rodillos	45	264	309
Cargadoras	92	189	281
Excavadoras	15	213	228
Motoniveladoras	59	132	191
Retroexcavadoras	25	62	87
Trituradoras	11	52	63
Volquetas	60	0	60
Plantas asfálticas	4	47	51
Finishers	3	45	48
Barredoras	13	29	42
Mototrailors	3	37	40
Grúas	2	26	28
Recolectoras	20	2	22
Canters	12	0	12
Remolques	3	0	3
	469	1.467	1.936

Fuente de los datos: MOP, EMOP, EMASEO (2001 y 2002)

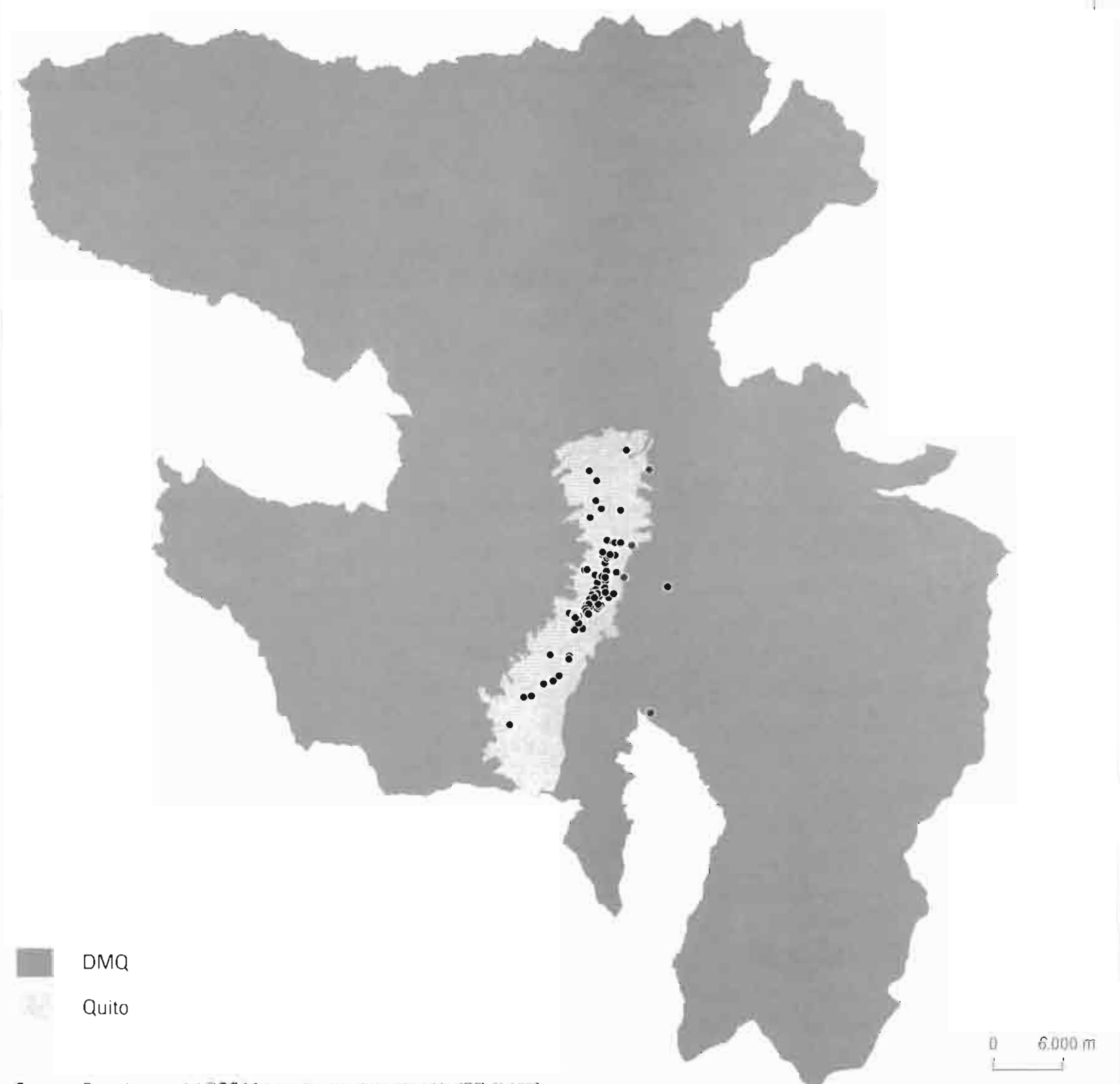
Las canteras que proveen de piedra, arena y arcilla desempeñan también un papel importante en el período de recuperación. Fueron localizadas gracias a los datos proporcionados por la Dirección Nacional de Minería y la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda. De superficie muy variable (desde algunas hectáreas a más de 200), están localizadas fuera de la ciudad de Quito, esencialmente al norte y al este (en especial en las parroquias de San Antonio, Guayllabamba, Calderón y Nayón), así como al Sudoeste, en los flancos del Pichincha, en particular en el sector de La Ecuatoriana (cantera Huarcay) —mapa 10-15—.

Conclusiones

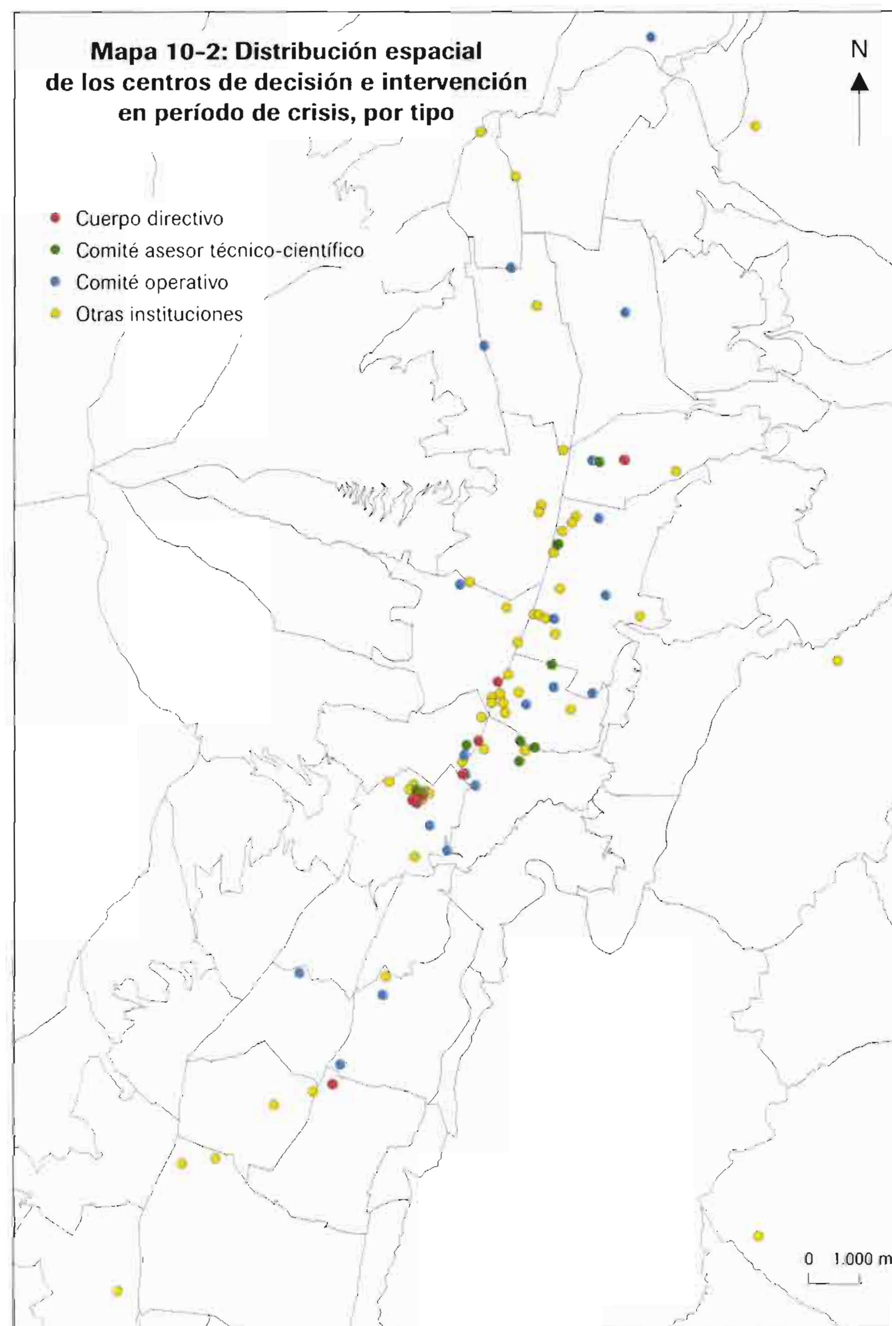
En este capítulo se intentó identificar y representar cartográficamente todos los elementos útiles e indispensables para el manejo de crisis en el DMQ. Se trató de que el procedimiento fuera, en lo posible, lo más exhaustivo y ajustado a la realidad, teniendo en cuenta las limitaciones de la información disponible (por ejemplo, a propósito de los generadores de electricidad o de los hospitales móviles de las Fuerzas Armadas para los cuales no se pudo reunir la información) y de las posibilidades de rápida desactualización de ciertos datos (los trabajos de la Dirección Metropolitana de Salud podrían, por ejemplo, cuestionar parcialmente la información entregada en este libro sobre los refugios permanentes y temporales). Sin embargo, la información proporcio-

nada en este capítulo no solamente es útil por sí sola para quienes manejan crisis, sino que constituye una base para la planificación preventiva urbana, en la medida en que permite determinar los lugares esenciales del manejo de crisis en el DMQ, como se hizo en el caso de los lugares esenciales de su funcionamiento. Los lugares esenciales del manejo de crisis son pues el tema del siguiente capítulo.

Mapa 10-1: Distribución geográfica de los centros de decisión y de intervención en período de crisis



Fuentes: Organigrama del COE Metropolitano e investigación IRD (2003)

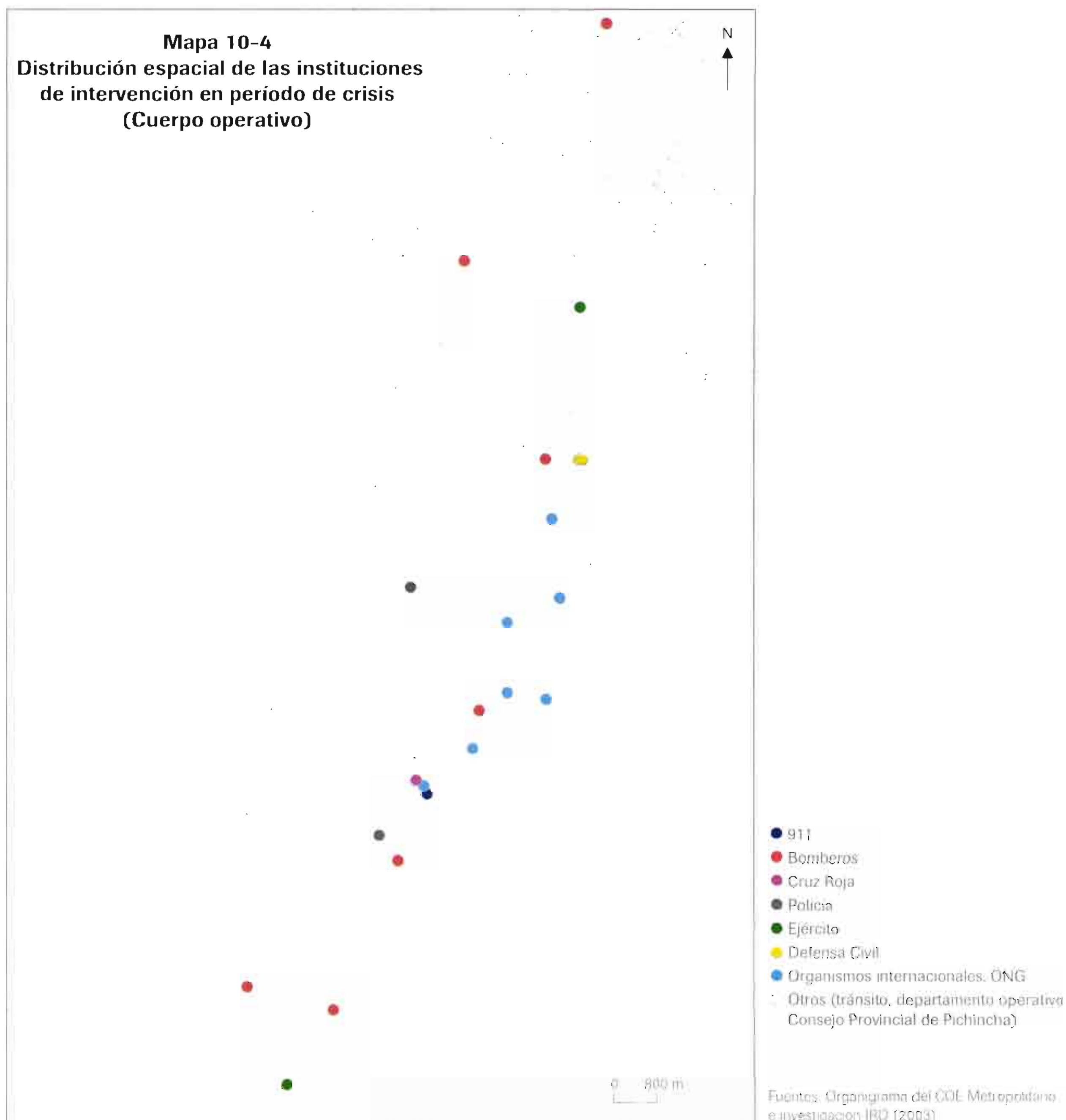


Fuentes: Organigrama del COE Metropolitano e investigación IRD (2003)



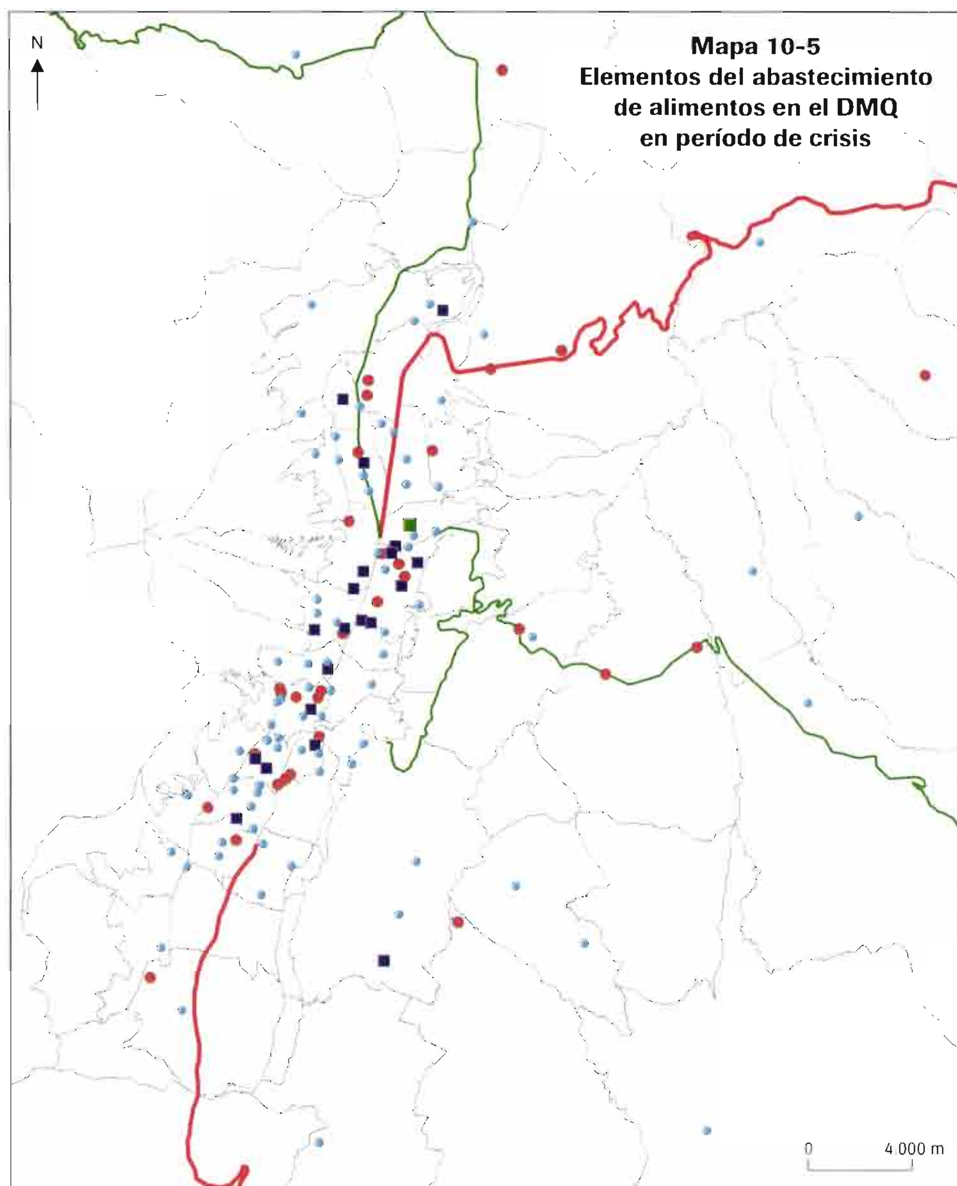
Mapa 10-3: Distribución espacial de las instituciones pertenecientes al cuerpo directivo del COE Metropolitano

Fuentes: Organigrama del COE Metropolitano e investigación IRD (2003)



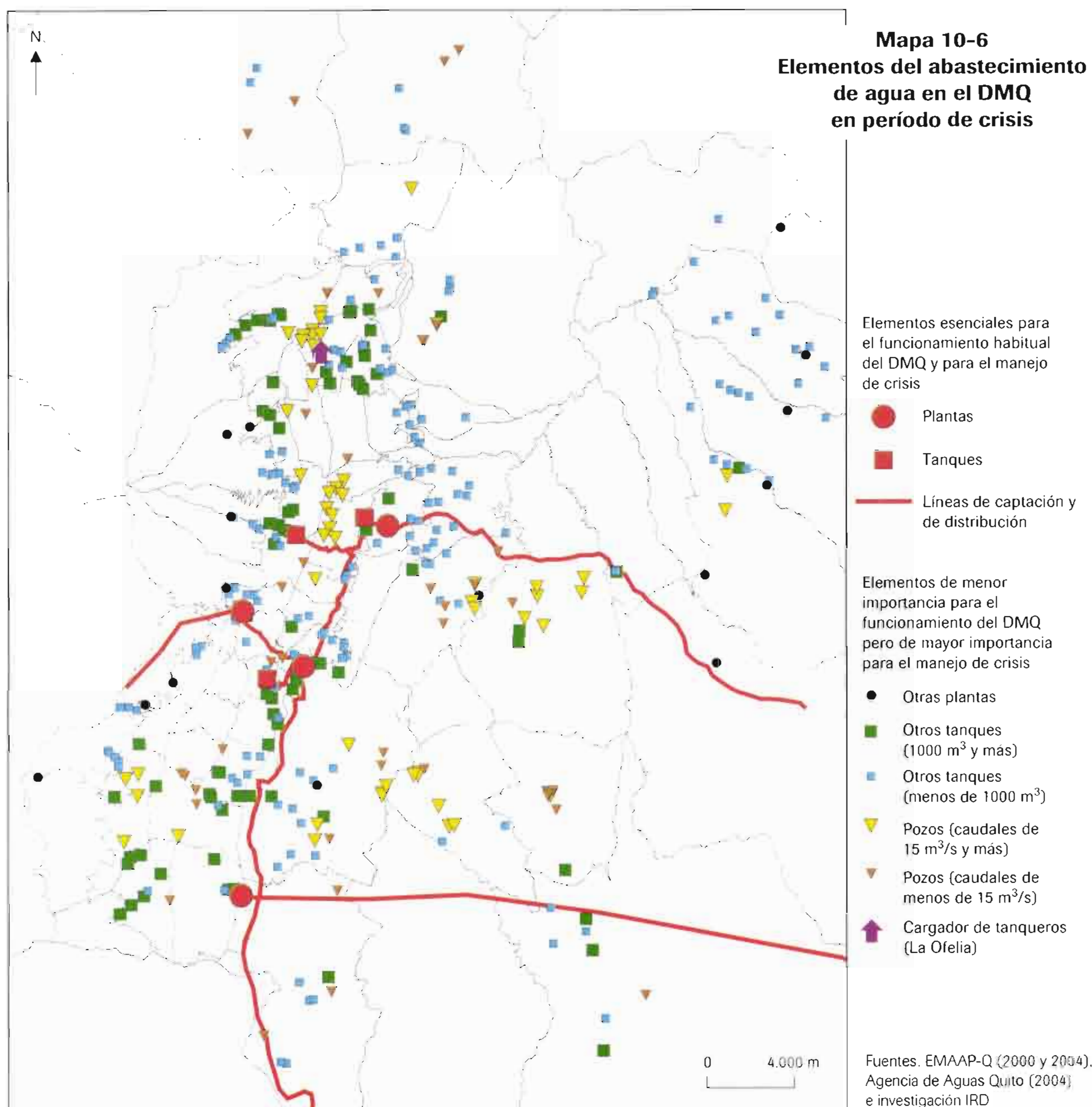
Mapa 10-4
Distribución espacial de las instituciones de intervención en período de crisis (Cuerpo operativo)

Fuentes: Organigrama del COE Metropolitano e investigación IRD (2003)

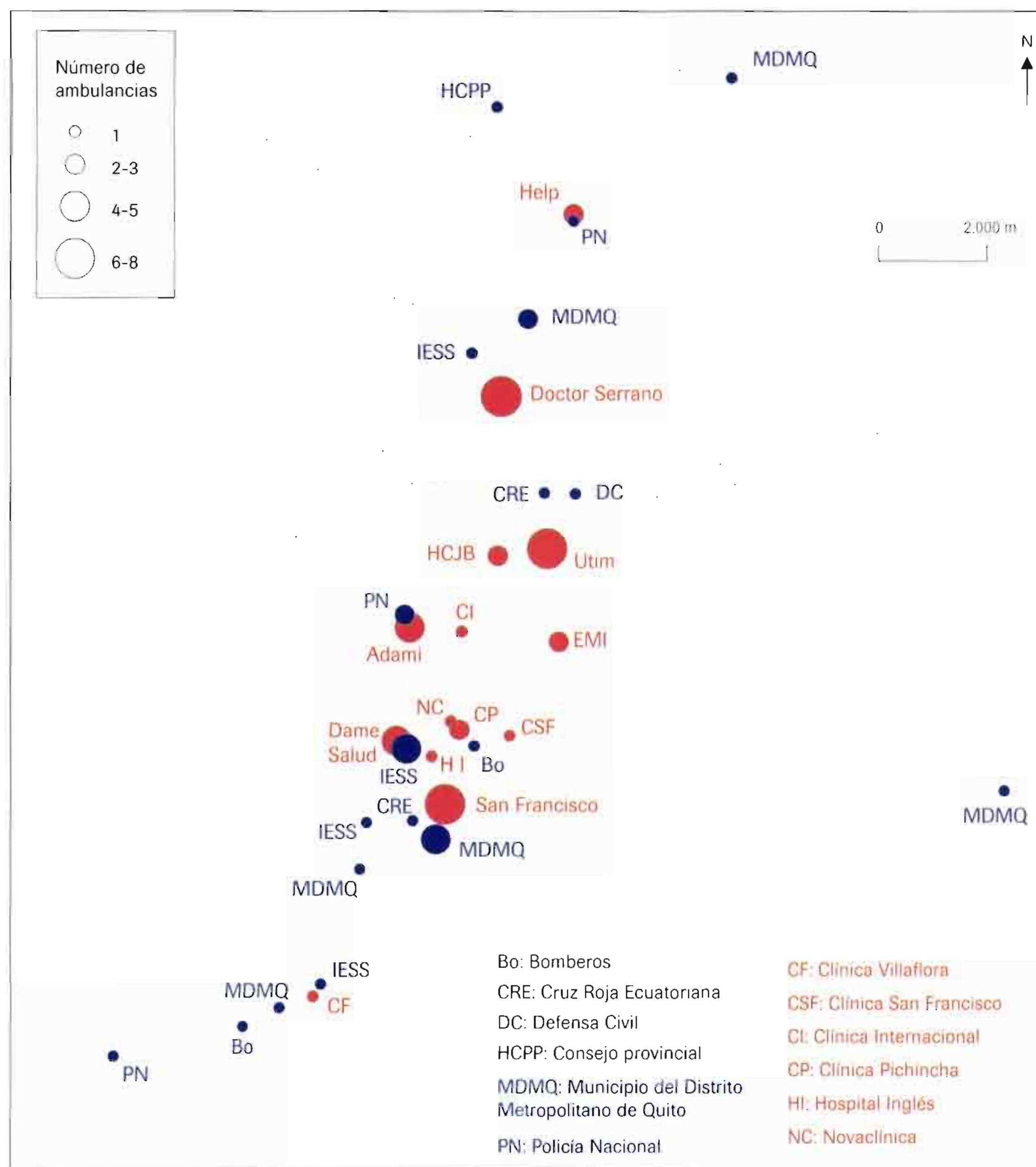


- Elementos esenciales de la distribución de alimentos en período normal
- Lugares secundarios de distribución de alimentos
- Colegios capaces de almacenar víveres provenientes de la ayuda alimentaria internacional
- Junta Provincial de Defensa Civil
- Vías principales de abastecimiento
- Vías secundarias de abastecimiento

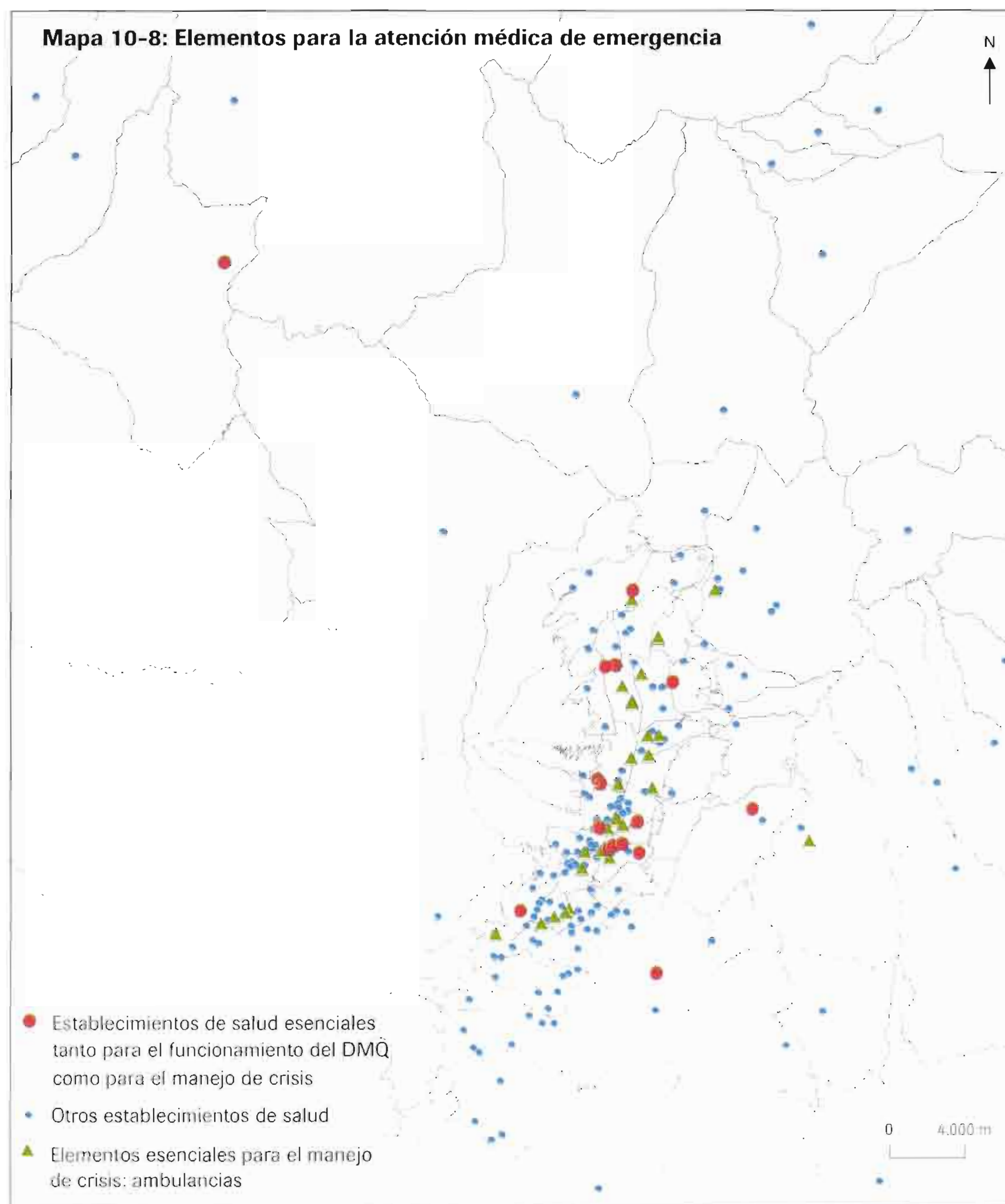
Fuentes de los datos:
Dirección de Mercados (2000),
Defensa Civil e investigación IRD (2004)


N
Mapa 10-6
Elementos del abastecimiento de agua en el DMQ en período de crisis
Elementos esenciales para el funcionamiento habitual del DMQ y para el manejo de crisis
Plantas
Tanques
Líneas de captación y de distribución
Elementos de menor importancia para el funcionamiento del DMQ pero de mayor importancia para el manejo de crisis
Otras plantas
Otros tanques (1000 m³ y más)
Otros tanques (menos de 1000 m³)
Pozos (caudales de 15 m³/s y más)
Pozos (caudales de menos de 15 m³/s)
Cargador de tanqueros (La Ofelia)
0
4.000 m
Fuentes. EMAAP-Q (2000 y 2004), Agencia de Aguas Quito (2004) e investigación IRD

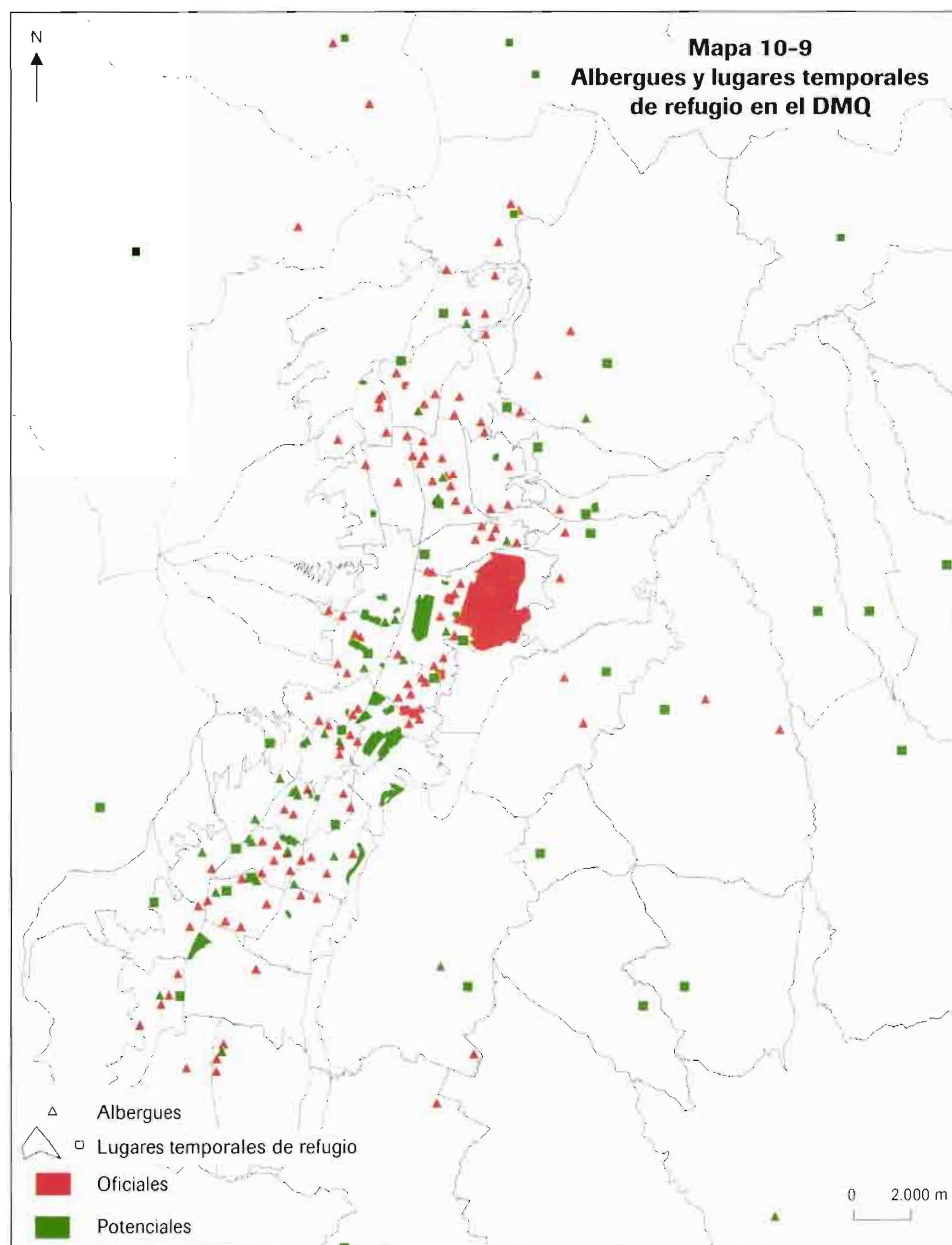
Mapa 10-7: Localización de las ambulancias disponibles en el DMQ, tipo de manejo y cantidad



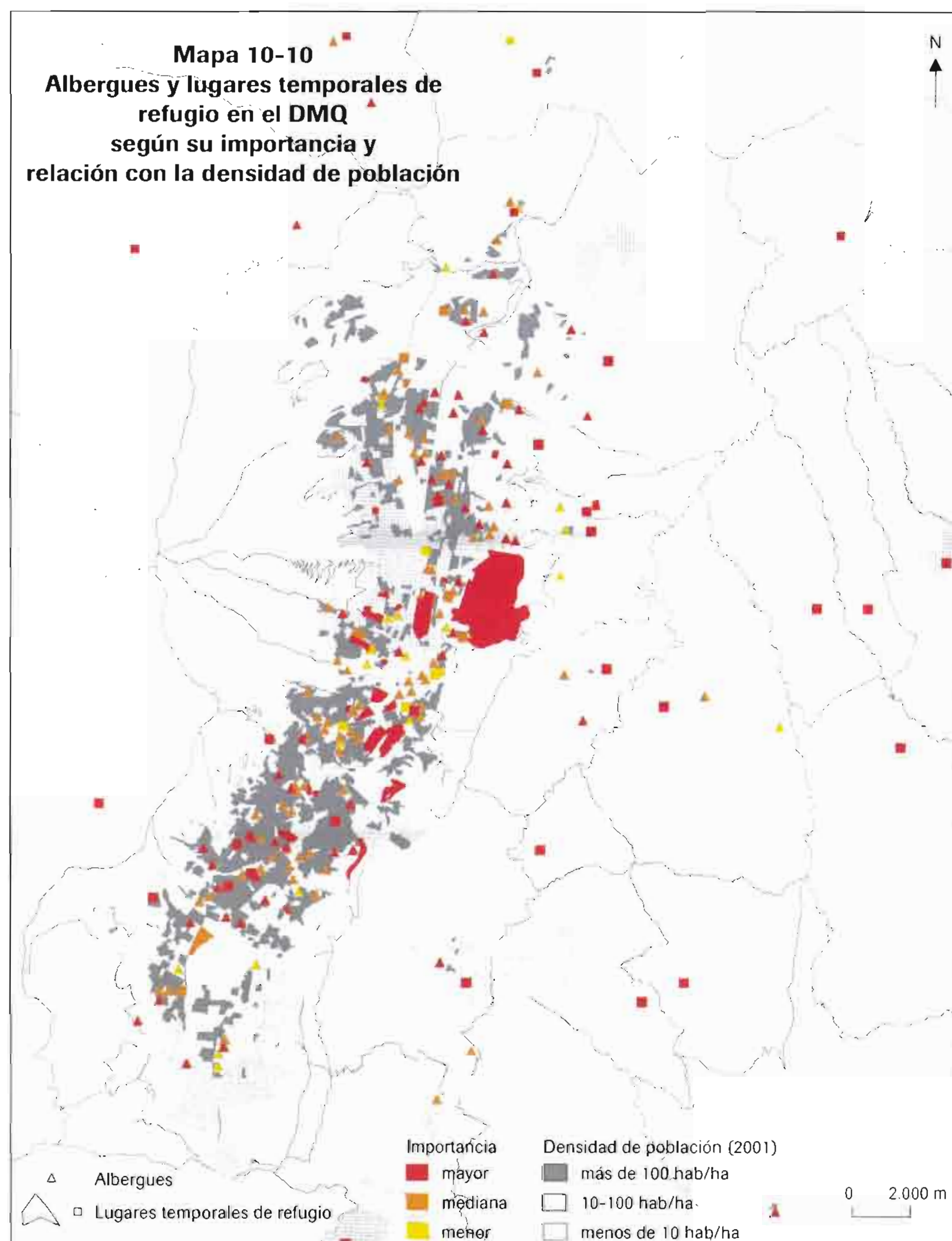
Fuentes: Dirección de emergencias 911 e investigación IRD (2003)



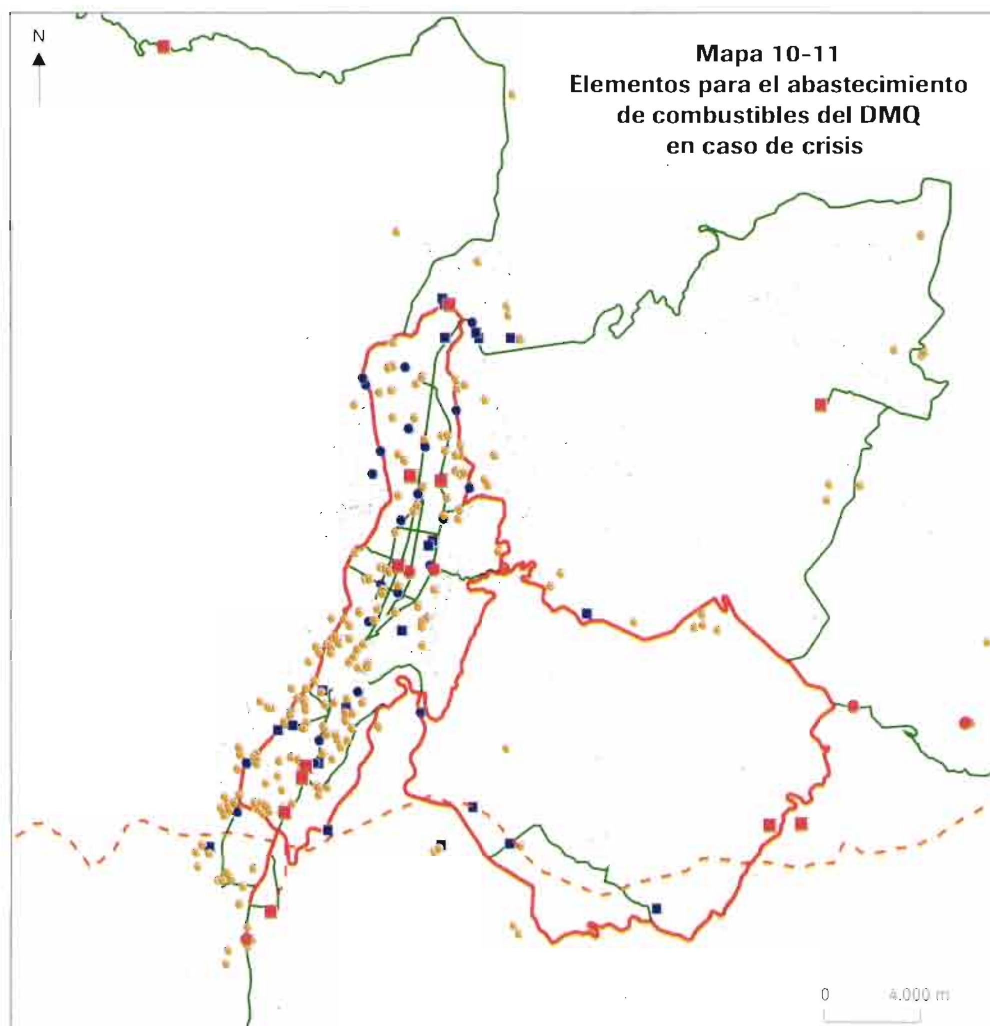
Fuentes: Ministerio de Salud Publica (2001), Direccion de emergencias 911 e investigacion IRD (2003)



Fuentes: Ministerio de Bienestar Social, Administraciones zonales del DMQ e investigación IRD, con el apoyo de la Dirección Metropolitana de Salud y la Junta Provincial de Defensa Civil (2003)



Fuentes: INEC (censo de 2001), Ministerio de Bienestar Social, Administraciones zonales del DMQ e investigación IRD con el apoyo de la Dirección Metropolitana de Salud y la Junta Provincial de Defensa Civil (2003)



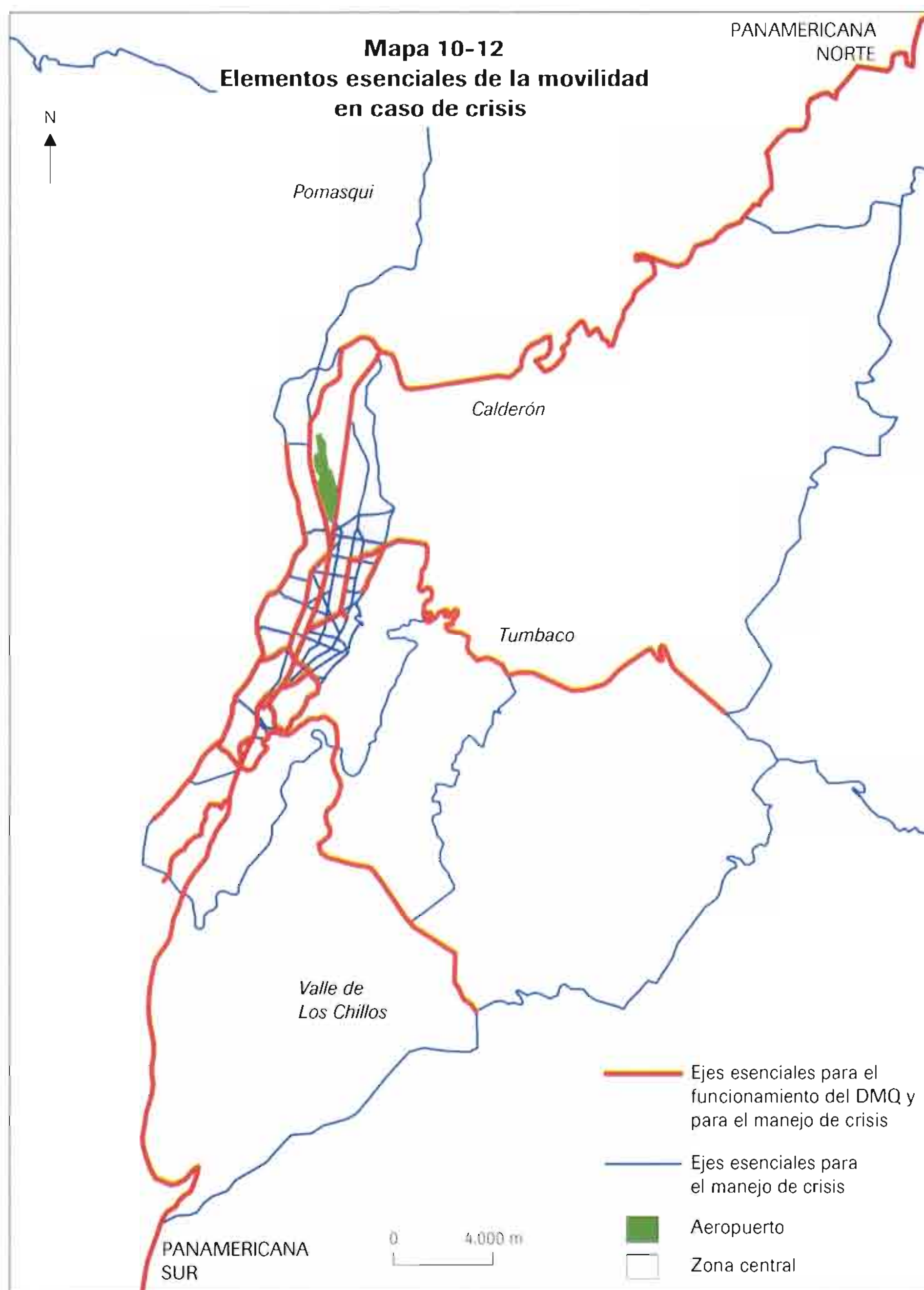
Elementos esenciales para el funcionamiento habitual del DMQ y para el manejo de crisis

- Plantas y centros de acopio de gas
- Gasolineras con 10 surtidores y más
- Vías principales de distribución de combustibles
- Poliductos

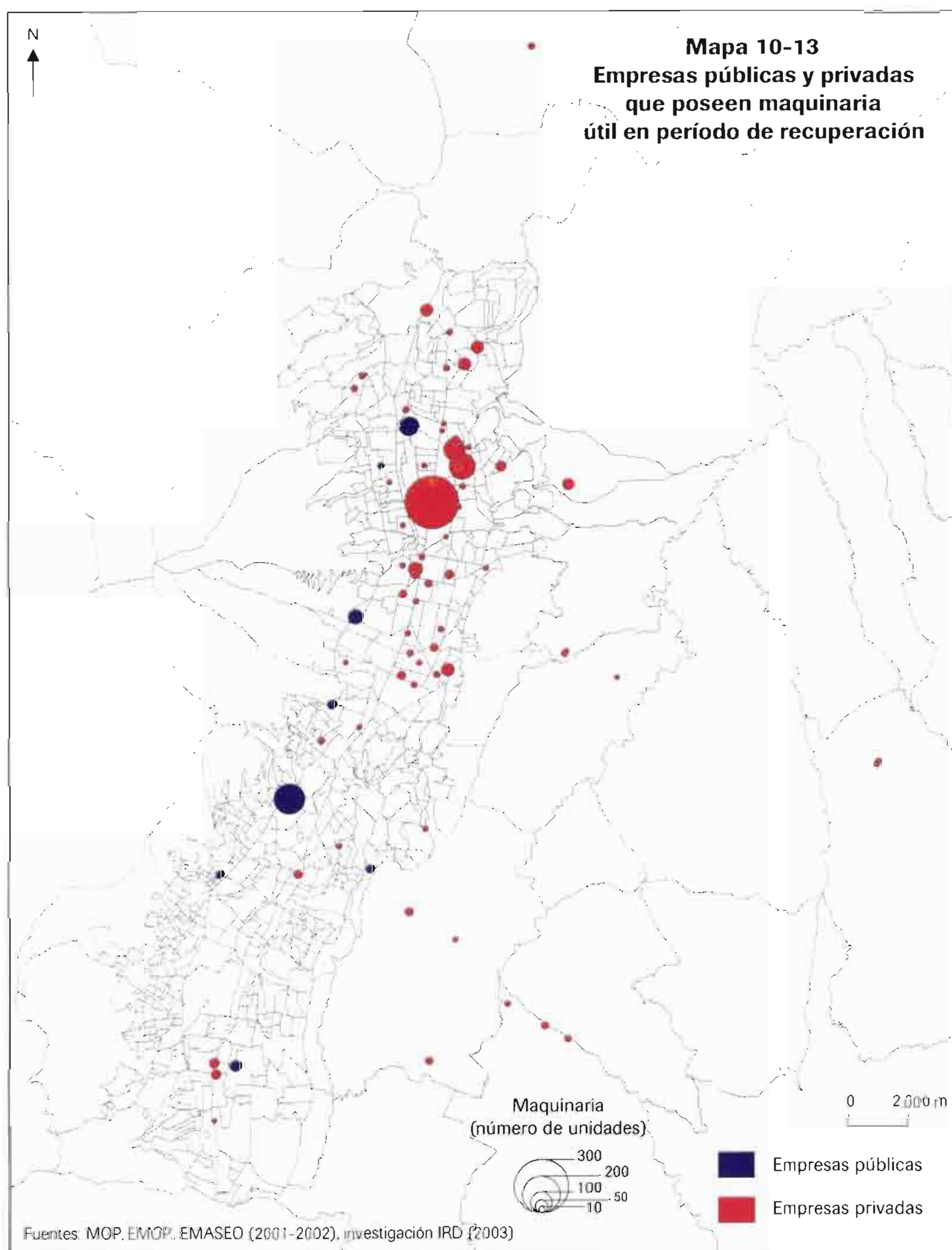
Elementos de menor importancia para el funcionamiento del DMQ pero de mayor importancia para el manejo de crisis

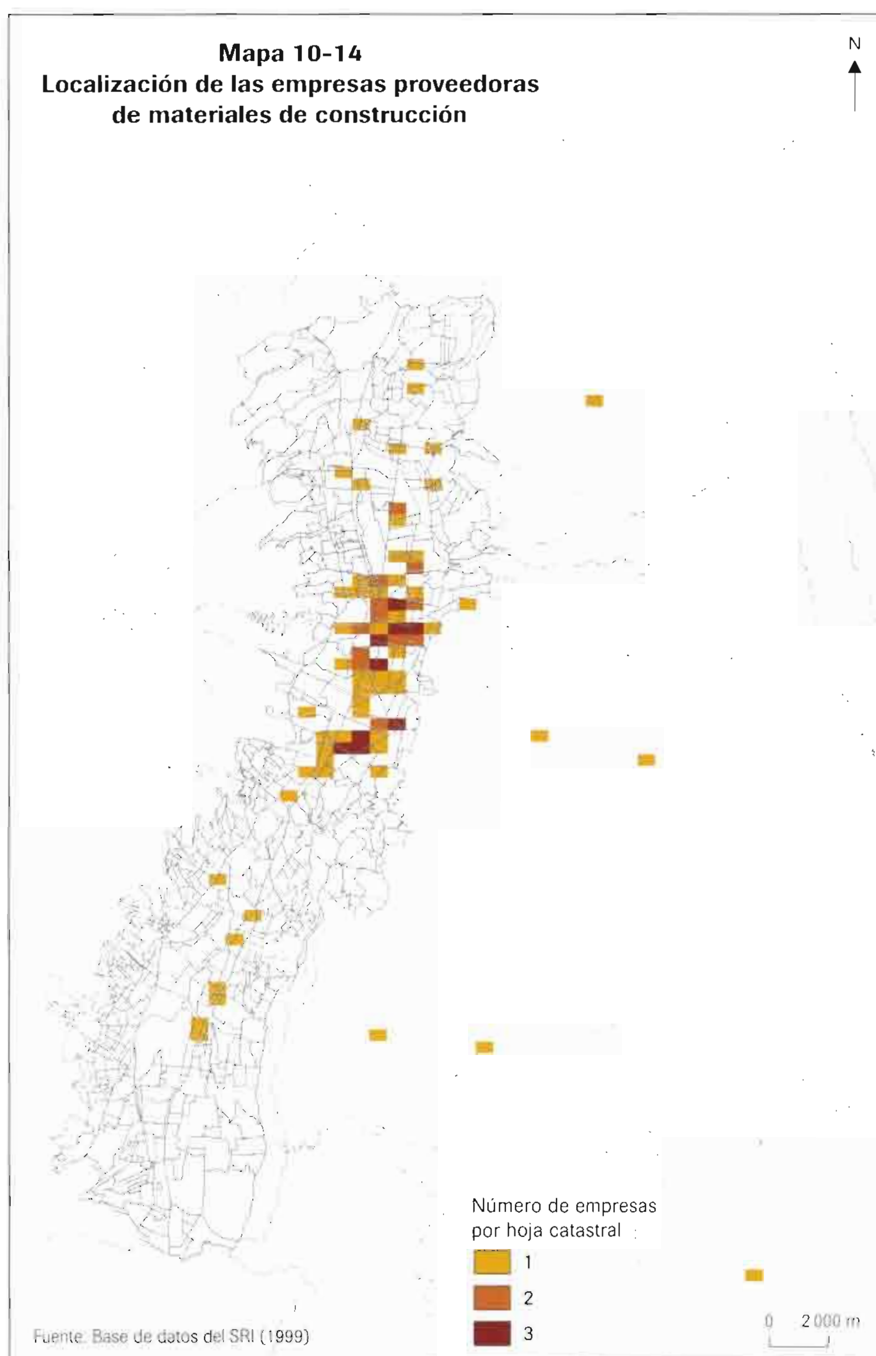
- Estaciones centralizadas y lugares de expendio de gas (10 m³ y más)
- Gasolineras de 5-9 surtidores y gas del aeropuerto
- Otros lugares de distribución de combustibles —estaciones centralizadas y lugares de expendio de gas (menos de 10 m³) y gasolineras con menos de 5 surtidores—
- Vías secundarias de distribución de combustibles

Fuentes: Cuerpo de Bomberos de Quito, Dirección Nacional de Hidrocarburos e investigación IRD (1999-2003)



Fuente: Demoraes (2004)


N
Mapa 10-13
Empresas públicas y privadas
que poseen maquinaria
útil en período de recuperación
Maquinaria
(número de unidades)
300
200
100
50
10
0
2 000 m
Empresas públicas
Empresas privadas
Fuentes: MOP, EMOP, EMASEO (2001-2002), investigación IRD (2003)


Mapa 10-14
Localización de las empresas proveedoras
de materiales de construcción
N
Número de empresas
por hoja catastral
1
2
3
0 2 000 m
Fuente: Base de datos del SRI (1999)



Fuentes: Dirección Nacional de Minería y Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (2003)

CAPÍTULO 11
Lugares esenciales del manejo de crisis, elementos de proximidad y vulnerabilidad territorial

Una vez presentados los elementos útiles para el manejo de crisis, aquí se trata, al igual que se determinaron los lugares esenciales del funcionamiento del DMQ, de identificar los lugares esenciales del manejo de crisis. El objetivo es idéntico: poner en evidencia los espacios que merecen una atención particular, en especial en materia de reducción de los riesgos y de planificación urbana preventiva. La metodología es comparable: partiendo del conjunto de elementos útiles para el manejo de crisis agrupados en seis campos y analizados en el capítulo anterior, se busca extraer los elementos esenciales y observar dónde se localizan y se concentran en el espacio metropolitano.

Más allá de este enfoque que apunta a identificar lo esencial en materia de manejo de crisis a nivel del Distrito, nos pareció útil cambiar de escala y considerar lo que llamamos elementos de proximidad para el manejo de crisis. En otros términos, se trata de considerar lo que localmente hace falta a la población para afrontar una situación de crisis en las mejores condiciones posibles. Así, se consideraron cuatro campos cuya proximidad es decisiva en período de crisis: el abastecimiento de agua, la provisión de alimentos, los servicios de salud y la existencia de albergues permanentes o temporales. El objetivo de este procedimiento es identificar los espacios menos atendidos, y por ende menos autónomos, en esos aspectos, con el fin de ayudar a los responsables municipales y a los organismos operacionales a optimizar sus acciones previas a una situación de crisis o durante tal situación.

Este capítulo pretende no solamente identificar y cartografiar los elementos esenciales de respuesta a las crisis a nivel del DMQ y los elementos de proximidad útiles en caso de crisis sino también apreciar su vulnerabilidad, mediante un enfoque territorial que considera dos criterios: la accesibilidad y la exposición a las amenazas. El objetivo, en una perspectiva de planificación preventiva, es pues evidenciar los espacios en que los elementos esenciales de respuesta a las crisis se encuentran en situación de debilidad.

1. Elementos y lugares esenciales en caso de crisis

Los elementos esenciales en caso de crisis se determinaron con base en el conjunto de elementos considerados útiles y analizados en el capítulo anterior. El cuadro 11-1 presenta, para los seis grandes tipos de elementos esenciales de respuesta a crisis considerados, los elementos que se juzgaron fundamentales. En lo que respecta al abastecimiento de agua, de alimentos, de energía eléctrica, de combustibles, a los establecimientos de salud, las telecomunicaciones y la movilidad, los elementos esenciales para el funcionamiento habitual se consideraron igualmente como elementos esenciales en período de crisis. En la mayoría de casos, en los campos anteriores, elementos menos importantes para el funcionamiento del Distrito en su conjunto fueron elevados al rango de elementos esenciales debido al papel decisivo que pueden desempeñar en período de crisis. Otros, que no se tomaron en cuenta para el funcionamiento normal del Distrito figuran como elementos esenciales específicos para el manejo de crisis. Es en especial el caso de los centros de decisión e intervención, de los pozos —cuyo papel puede revelarse fundamental en tiempo de crisis—, de los lugares de gestión de las ambulancias, de los albergues[1], de los ejes viales de segundo orden y de los elementos útiles para el período de recuperación (empresas, canteras). Fueron generalmente criterios cuantitativos los utilizados para seleccionar los elementos esenciales: por ejemplo, los tanques de agua de más de 1.000 m^3, los lugares de expendio de gas con más de 10 m^3 de capacidad o las empresas que disponen de al menos 20 unidades de maquinaria útil para la limpieza, la demolición y la construcción. Se adoptaron también criterios cualitativos, como en el caso de los albergues cuya importancia se determinó con base en la opinión de expertos (véase capítulo anterior).

Para realizar la cartografía de los lugares de mayor interés del DMQ en cuanto al manejo de crisis, la metodología empleada se apoyó en las posibilidades que ofrece el SIG Savane. De igual forma que en el caso de los elementos esenciales del funcionamiento del DMQ, se recortó el territorio metropolitano en

1 En este capítulo se habla indistintamente de albergues o refugios pese a que habría que distinguir, como en el capítulo anterior, los refugios temporales (lugares abiertos) de los albergues (lugares cubiertos) destinados a acoger por más tiempo a los damnificados.

Cuadro 11-1: Criterios de identificación de los elementos esenciales de manejo de crisis en el DMQ

Tipos de elementos esenciales de manejo de crisis	Elementos esenciales considerados
Centros de decisión e intervención	Todos los centros de decisión e intervención identificados
Abastecimiento de alimentos y de agua	Los elementos esenciales del funcionamiento habitual del distrito para el abastecimiento alimentario así como todos los lugares inventariados de almacenamiento de víveres provenientes de la ayuda nacional e internacional
	Los elementos esenciales del funcionamiento habitual del distrito para el abastecimiento de agua, a los que se agregaron: las plantas Noroccidente y Conocoto, los tanque de volumen superior a 1.000 m^3 (no considerados entre los elementos esenciales de funcionamiento), los pozos cuyo caudal es superior a 15 m^3/s así como el sitio La Ofelia que permite cargar tanqueros.
Apoyo a la población (salud, albergues)	Los establecimientos de salud considerados esenciales para el funcionamiento del DMQ, así como los lugares de gestión de ambulancias.
	Los albergues (permanentes y temporales) considerados omo los más importantes en este estudio
Abastecimiento energético (electricidad, combustibles)	Los elementos esenciales de funcionamiento del DMQ en materia de suministro de energía eléctrica
	Los elementos esenciales de funcionamiento del DMQ en materia de abastecimiento de combustibles, completados con las gasolineras de 5 a 9 surtidores, las estaciones centralizadas y lugares de expendio de gas de una capacidad de almacenamiento superior a 10 m^3, la reserva de combustible del aeropuerto.
Comunicaciones (movilidad, telecomunicaciones)	El aeropuerto, los ejes viales esenciales del funcionamiento del DMQ así como los ejes de segundo nivel.
	Los elementos esenciales de funcionamiento del DMQ en materia de telecomunicaciones
Elementos útiles para el período de recuperación	Las empresas que disponen de al menos 20 unidades de maquinaria útil para la limpieza, la demolición y la construcción
	Los lugares de mayor concentración de las empresas comercializadoras de materiales útiles para la construcción.
	Las canteras de más de 10 ha.

mallas cuadradas de 400 m de lado (16 ha) creando así una matriz de 28.887 mallas. Luego, para cada uno de los seis temas tratados, se caracterizaron las mallas mediante una variable binaria que indica la presencia (valor 1) o la ausencia (valor 0) de tipos de elementos esenciales para el manejo de crisis.

En una primera fase se cartografió el resultado de este procedimiento para los 6 grandes tipos considerados (mapas 11-1A a 11-1F). Posteriormente se sumaron los valores obtenidos para cada tipo (0 ó 1) sabiendo que la suma obtenida por una malla puede alcanzar un máximo teórico de 6 si comprende todos los tipos de elementos esenciales, y un mínimo de 0 cuando ningún elemento esencial está allí representado[2]. El mapa 11-2 es el resultado de esta operación.

Los mapas 11-1A a 11-1F presentan entonces la existencia o ausencia de elementos esenciales para el manejo de crisis para cada uno de los 6 campos considerados. La concentración es sumamente marcada en lo que atañe a los centros de decisión e intervención con 67 mallas que cubren el 0,23% del espacio metropolitano (cuadro 11-2), esencialmente en el centro y el centro norte de la ciudad de Quito. El espacio cubierto por los elementos esenciales de apoyo a la población (salud, albergues) y útiles para el período de recuperación es igualmente muy reducido (menos del 1% del espacio metropolitano en cada caso), pero la dispersión es mayor aunque la tendencia a la concentración (en especial en materia de apoyo a la población) sigue siendo fuerte. La mayor dispersión corresponde al abastecimiento de agua y de alimentos, pero sobre todo al suministro de energía y a las comunicaciones. Esto es lógico tratándose de las redes, pero los elementos puntuales muestran siempre una cierta concentración, aunque menor que en los casos anteriores. La cartografía pone en evidencia una distribución que tiende a veces a olvidar gran parte del Distrito, en especial algunos espacios cuya densidad de población es elevada o relativamente elevada (norte y sur de la ciudad, valles orientales).

La observación de los mapas de síntesis de los lugares esenciales del manejo de crisis (mapas 11-2 y mapa 11-3 centrado en los lugares de mayor concentración de tales elementos) y su comparación con el de los lugares esenciales del funcionamiento del DMQ (véase mapa 1-1 en el capítulo 1) permiten sacar algunas conclusiones importantes.

2 Se habría podido proceder de diferente forma, tomando en cuenta por ejemplo el número efectivo de elementos esenciales identificados por cada tema y en cada malla (atribuir por ejemplo un valor 3 a la variable «abastecimiento en agua y alimentos» cuando se tenían 3 elementos esenciales en este campo en una malla), pero este método planteaba problemas técnicos y conceptuales (en especial porque no siempre se disponía de datos puntuales). Por otro lado, el método utilizado asigna el mismo peso a todos los temas estudiados. También se habría podido optar por aplicar una ponderación a cada tema, pero esta opción acentuaba el carácter arbitrario del procedimiento.

Cuadro 11-2: Repartición de las mallas que cubren el DMQ según el tipo de elemento esencial para el manejo de crisis

Tipo de elemento esencial para el manejo de crisis	Número de mallas	%	Detalle	Número de mallas	%
Centros de decisión e intervención	67	*0,23*			
Abastecimiento alimentario y de agua	518	*1,79*	Alimentos	168	*0,58*
			Agua	357	*1,24*
Apoyo a la población	224	*0,78*	Salud	45	*0,16*
			Albergues	182	*0,63*
Abastecimiento energético	975	*3,38*	Electricidad	509	*1,76*
			Combustibles	506	*1,75*
Comunicaciones	903	*3,13*	Movilidad	870	*3,01*
			Telecomunicaciones	44	*0,15*
Elementos útiles para el período de recuperación	132	*0,46*			

Los elementos esenciales en caso de crisis ocupan 2.051 mallas, es decir el 7,1% del espacio metropolitano, lo que corresponde a un valor bastante cercano al que se registró en el caso de los elementos esenciales del funcionamiento del DMQ (1.958 mallas, es decir el 6,8% del espacio metropolitano). Este valor desciende a 2,1% tratándose de los espacios cubiertos por las mallas que comprenden al menos dos tipos de elementos esenciales en caso de crisis y a menos del 0,5% en el caso de los espacios que comportan al menos tres tipos (cuadro 11-3), lo que significa una fuerte concentración de los elementos esenciales de manejo de crisis, en especial en el espacio central de Quito. Esta concentración es sin embargo un tanto menos marcada que en el caso de los elementos esenciales de funcionamiento. En efecto, las 83 mallas del espacio central reúnen el 13,8% de los tipos de elementos esenciales de funcionamiento representados en el Distrito en su conjunto, pero solamente el 7,1% de los tipos de

Cuadro 11-3: Repartición de las mallas que cubren el DMQ según el número de tipos de elementos esenciales para el manejo de crisis

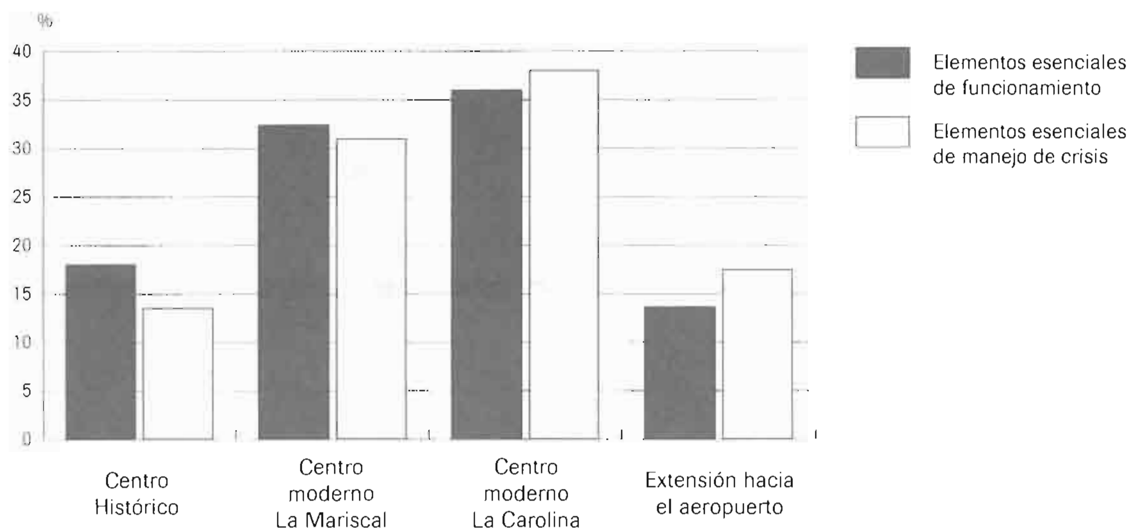
Número de tipos de elementos esenciales para el manejo de crisis	Número de mallas	%	Número acumulado de mallas	% acumulado
5	2	0,007	2	0,007
4	22	0,076	24	0,083
3	116	0,402	140	0,485
2	462	1,599	602	2,084
1	1.449	5,016	2.051	7,1
0	26.836	92,9	28.887	100

elementos esenciales de manejo de crisis. Por otro lado, estos últimos tienden, más que aquellos de funcionamiento, a concentrarse al norte del espacio central, en dirección del aeropuerto, y el peso del centro histórico se ve sensiblemente reducido (figura 11-1). Esta situación se explica en especial por la importancia de los elementos de logística para el manejo de crisis, más numerosos proporcionalmente hacia el norte que hacia el sur.

Mientras la concentración de los elementos esenciales de manejo de crisis es menor en el espacio central que la de los elementos esenciales de funcionamiento, otros espacios en cambio adquieren mayor importancia en materia de elementos esenciales de manejo de crisis. Es el caso del norte de la ciudad, más allá del aeropuerto, en particular a nivel del intercambiador de Carcelén y de sus prolongaciones viales (avenida Diego de Vásquez, avenida Galo Plaza Lasso, avenida Eloy Alfaro y Panamericana Norte) así como a lo largo de las avenidas Occidental y Manuel Córdova Galarza en las parroquias de Cotocollao y La Concepción.

Aparecen otros espacios de concentración de los elementos esenciales en caso de crisis, menos extensos que los anteriores. Se trata en especial del sector Las Casas/La Granja a lo largo de la avenida Mariscal Antonio José de Sucre, del sector González Suárez/Batán Alto al este del espacio central, de espacios situados a lo largo de la avenida Libertador Simón Bolívar en la parroquia Chimbacalle o a lo

Figura 11-1
Porcentaje del número de tipos de elementos esenciales de funcionamiento y de manejo de crisis en el espacio central de Quito



largo de la Panamericana Sur, y, más puntualmente, a lo largo de la Panamericana Norte, de la Vía Interoceánica y de la que conduce al valle de Los Chillos.

Estos lugares de concentración de elementos esenciales para el manejo de crisis denotan la importancia de las redes, en especial de las carreteras cuyo papel es decisivo en período de crisis, tanto para el abastecimiento de alimentos y combustibles como para la llegada de auxilios y la evacuación en caso de necesidad. Ciertos espacios que reúnen diferentes tipos de elementos esenciales para el manejo de crisis merecen una atención particular de parte de las autoridades, pues su no funcionamiento tendría graves consecuencias para el Distrito en caso de crisis.

Se trata, por ejemplo, del sector que gravita alrededor del intercambiador de Carcelén (mapa 11-4) cuya importancia en términos de movilidad de las personas y de las mercancías se ve reforzada por la presencia de elementos esenciales en materia operacional en situación de crisis (un cuartel de bomberos), de abastecimiento de energía (líneas de transmisión eléctrica, almacenamiento de gas, gasolineras),

de agua (tanques). En ese mismo sector se encuentran igualmente elementos esenciales en el campo del apoyo a la población (albergues), de las telecomunicaciones (una central telefónica) y de la recuperación (empresas útiles en este campo).

Algunos espacios de importancia mayor son también visibles a lo largo de la avenida Occidental donde se encuentran lugares esenciales para manejo crisis de todo tipo (incluyendo establecimientos de salud y una subestación eléctrica), de la avenida Galo Plaza Lasso al este del aeropuerto, así como en la prolongación septentrional del aeropuerto. Allí, en pocas mallas se concentran vías esenciales de comunicación, lugares de distribución de alimentos y de agua (tanque, pozo y sitio de La Ofelia que permite la carga de tanqueros), una gasolinera importante, una empresa útil para la fase de recuperación, una central telefónica, así como la administración zonal La Delicia que, al igual que las otras administraciones zonales, tiene un papel en el COE Metropolitano, en especial en el área «Evacuación poblacional y albergues de emergencia».

Como ya se observó, el número de mallas donde se sitúan los elementos esenciales para manejo de crisis es bastante similar al de las mallas en que se ubican los elementos esenciales del funcionamiento. Sin embargo, si bien numerosas mallas son comunes y desempeñan un papel importante en ambos campos, algunos espacios son más específicos a uno u otro como lo muestra el mapa 11-5. El mapa 11-6, centrado en las mallas donde se concentran los elementos esenciales para el manejo de crisis y para el funcionamiento, destaca el contraste existente entre la localización preferencial de los elementos esenciales en cada caso. El espacio central corresponde sobre todo a los elementos esenciales de funcionamiento, incluso si allí son numerosos también los elementos esenciales para el manejo de crisis, ocupando generalmente las mismas mallas y desempeñando un papel determinante en especial en campos como el de la decisión en período de crisis o en el de la atención médica. Los sectores periféricos, y particularmente el norte de la ciudad como se vio antes, así como igualmente algunos sectores meridionales, son espacios más específicos del manejo de crisis. Fuera de la ciudad de Quito, los espacios donde se concentran los elementos esenciales de cualquier tipo son pocos, siendo más visibles los elementos esenciales para el manejo de crisis.

2. Elementos de proximidad para el manejo de crisis

Los elementos esenciales para el manejo de crisis analizados son de alcance metropolitano. En este acápite se propone un cambio de escala que apunta a considerar lo que puede ser importante localmente para la población en caso de crisis. La consideración de los elementos de proximidad útiles en caso de crisis, su cartografía y su relación con la densidad de población pretenden identificar los espacios que pueden experimentar dificultades, en especial en materia de autonomía. Se consideraron

cuatro campos decisivos en el manejo local de crisis: el abastecimiento de agua, la provisión de alimentos, los servicios de atención médica y los refugios y albergues, permanentes o temporales. Se trata, en efecto, de campos de apoyo inmediato a la población, cuya eficacia en caso de crisis depende en gran medida de su proximidad. No obstante, se debe señalar que los elementos de proximidad considerados no son todos a los que la población tiene la posibilidad de recurrir. Así, se trate ya sea del agua, de los alimentos o de los albergues, existen localmente muchas otras posibilidades aunque puntuales, limitadas e improvisadas. Sólo en lo que respecta a los servicios de salud, las alternativas son más improbables, a menos que se instale un hospital móvil.

Tratándose del abastecimiento de agua, se consideraron los lugares donde la población puede obtener el recurso, incluso de manera improvisada (bidones u otros recipientes), en caso de no funcionamiento de la red de la EMAAP-Q. Se trata de todos los lugares que pueden hacer las veces de reservorios: plantas de agua, tanques. Se consideraron igualmente todos los pozos que fue posible inventariar, al igual que los hidrantes operantes[3].

En materia de abastecimiento alimentario, se consideraron todos los lugares de distribución inventariados en el DMQ[4], así como los lugares de almacenamiento previstos para la ayuda alimentaria nacional e internacional (esencialmente colegios).

Los servicios de atención médica de proximidad comprenden todos los establecimientos de salud, desde los subcentros hasta los más grandes hospitales públicos y privados que se inventariaron en la primera fase del programa de investigación. Los diferentes lugares de gestión de ambulancias también forman parte de estos servicios.

En cuanto a los albergues, está claro que, en situación extrema, numerosos lugares no previstos pueden improvisarse, en especial en el sector rural, pero en el marco de este estudio se consideraron todos los albergues, permanentes y temporales, oficiales y potenciales, inventariados con la opinión de expertos y presentados en el capítulo anterior.

Todos estos elementos de proximidad para responder a crisis, agrupados según los cuatro campos considerados, fueron localizados y cartografiados en mallas de 400 m de lado, las mismas que sirvieron para la representación de los elementos esenciales para el manejo de crisis. La repartición de tales mallas (cuadro 11-4, mapa 11-7 y mapa 11-8 que ofrece el detalle) indica que solamente en el 4% de

3 La EMAAP-Q distingue, en su base de datos, los hidrantes operantes, inoperantes o sin comprobación. Se escogieron los primeros.

4 Mercados, ferias libres, ferias barriales, plataformas, supermercados, bodegas, centros de acondicionamiento de alimentos. Los pequeños centros de distribución del tipo «tiendas» pueden también desempeñar un papel importante en período de crisis, pero no fue posible localizarlos.

Cuadro 11-4: Repartición de las mallas del DMQ por tipo de elemento de proximidad para el manejo de crisis

Combinación de los tipos de elementos de proximidad para el manejo de crisis	Número de mallas	% en relación con el número de mallas que comprenden elementos de proximidad para el manejo de crisis	% en relación con todas las mallas del DMQ
Agua solamente	671	57,75	2,32
Alimentos solamente	28	2,41	0,1
Atención médica solamente	49	4,22	0,17
Albergues solamente	110	9,47	0,38
1 tipo de elemento representado	**858**	**73,84**	**2,97**
Agua / alimentos	41	3,53	0,14
Agua / atención médica	63	5,42	0,22
Agua / albergues	117	10,07	0,41
Alimentos/ atención médica	6	0,52	0,02
Alimentos / albergues	3	0,26	0,01
Atención médica / albergues	11	0,95	0,04
2 tipos de elementos representados	**241**	**20,74**	**0,83**
Agua / alimentos / atención médica	14	1,2	0,05
Agua / alimentos / albergues	22	1,89	0,08
Agua / atención médica / albergues	15	1,29	0,05
Alimentos / atención médica / albergues	1	0,09	0
3 tipos de elementos representados	**52**	**4,48**	**0,18**
Todo tipo de elemento representado	11	0,95	0,04
Al menos un tipo de elemento representado	1.162	100	4,02
Ningún elemento representado	27.725		95,98
TOTAL mallas	28.887		100

ellas se encuentran elementos de proximidad para respuesta a crisis[5]. Cerca del 3% no comportan sino un tipo de elemento esencial (sobre todo en materia de abastecimiento de agua) y apenas algo más del 1% comprenden al menos dos. Esto significa que la impresión de una extensión espacial relativamente importante de los elementos de proximidad que pueden dar los mapas 11-7 y 11-8, oculta insuficiencias o desequilibrios en el plano tanto de los tipos de elementos de proximidad considerados como en el de su distribución espacial. Si bien el abastecimiento de agua para responder a crisis parece adecuado globalmente, al igual que, en cierta medida, la cobertura de los albergues, no es el caso tratándose de la provisión de alimentos y de la atención médica. En caso de crisis, la autonomía local está lejos de estar garantizada en la casi totalidad del espacio metropolitano, lo que supone desplazamientos (a veces largos y tal vez inciertos[6]) para lograr condiciones aceptables de subsistencia. Es lo que muestra el mapa 11-9 que destaca la existencia de espacios a los que les hacen falta todos los elementos de proximidad para el manejo de crisis.. Son espacios poco poblados pero no inhabitados (las zonas representadas en color rojo en el mapa 11-9 acumulan más de 2.000 habitantes según el último censo). Por otro lado, sectores geográficos relativamente cercanos a Quito, al este y al noreste (parte de la parroquia de Nayón y de la de Calderón), que pueden verse aislados debido a la vulnerabilidad de la movilidad[7], no disponen, en caso de crisis, del conjunto de elementos necesarios para su autonomía.

El mapa 11-10 relaciona el número de tipos de elementos de proximidad útiles para el manejo de crisis con la densidad de población. Pone en evidencia espacios que potencialmente no cuentan con condiciones de subsistencia aceptables. Es en especial el caso de las periferias de la ciudad de Quito y lo esencial del resto del espacio metropolitano.

Se compararon igualmente las densidades de población con cada uno de los tipos de elementos de proximidad importantes en caso de crisis, lo que permite observar espacios desfavorecidos, situados a más de 1 km de cada uno de esos tipos de elementos.

Si bien se observa una cobertura adecuada en materia de abastecimiento de agua, subsisten algunos lugares que pueden tener problemas en este aspecto, en particular en la parroquia de Calderón, aunque también, en una menor medida, en las de Conocoto, Tumbaco, Puembo, Guayllabamba y en el extremo sur de la ciudad de Quito.

La situación es menos favorable en el caso del abastecimiento alimentario (mapa 11-11) y concierne sobre todo la parroquia de Calderón, el sur de Quito y ciertas parroquias del resto del Distrito. Sin embargo,

---

5 y por tanto menos del 4% del territorio metropolitano en la medida en que gran cantidad de esos elementos son puntuales y no cubren las 16 ha de la malla.

6 Por ejemplo, después de un terremoto.

7 Véase el capítulo 7.

se puede estimar que otras fuentes de provisión de víveres distintas a las que se pudieron inventariar, en especial en el sector rural, pueden compensar las insuficiencias observadas, al menos en el contexto de una crisis corta.

A la lectura del mapa 11-12, el DMQ parece disponer de una cobertura bastante amplia de servicios de atención médica, pese a algunas carencias en el norte y el sur de la ciudad, así como en varias parroquias suburbanas. En realidad, la situación es más crítica que lo que parece a primera vista en la medida en que esta constatación corresponde a todos los centros de atención, incluso los más pequeños que no disponen de camas de internación ni de suministros para afrontar una crisis, sea cual fuere su amplitud. El mapa 11-13, basado únicamente en los establecimientos de salud del Distrito que disponen de camas, refleja mejor las dificultades que puede enfrentar el DMQ en período de crisis. Solamente una parte de la ciudad puede acceder a servicios de salud de buena calidad sin que sean necesarios largos desplazamientos. La distribución espacial que presentan los mapas 11-12 y 11-13 permite entonces reflexionar en términos de preparación previa al manejo de crisis, ya sea para reforzar los pequeños centros de atención médica cuya cobertura espacial es bastante extensa o para pensar en la implantación de hospitales móviles en período de crisis.

En lo que atañe a los refugios y albergues, la mayoría de espacios con una densidad poblacional elevada o relativamente elevada parecen estar cubiertos, incluso si se pueden prever dificultades en el sur y el noroeste de Quito y en ciertas parroquias como Conocoto o Calderón. No obstante, como se señaló en el capítulo anterior, el problema no es tanto el número y la distribución espacial de los refugios, sean estos permanentes o temporales, cuanto su calidad que aún no ha sido comprobada.

3. Elementos esenciales en caso de crisis y vulnerabilidad territorial

Aquí se analiza la vulnerabilidad de los elementos esenciales en materia de crisis, se trate de elementos esenciales ya sea a nivel del Distrito o de proximidad. En otros términos, no se considera la vulnerabilidad en sí de cada uno de los elementos o de los tipos de elementos, sino la vulnerabilidad de los espacios en que se sitúan, caracterizados por el grado de exposición a las amenazas y por el grado de accesibilidad[8].

Elementos de proximidad útiles para manejo de crisis y exposición a las amenazas

Los elementos de proximidad importantes en caso

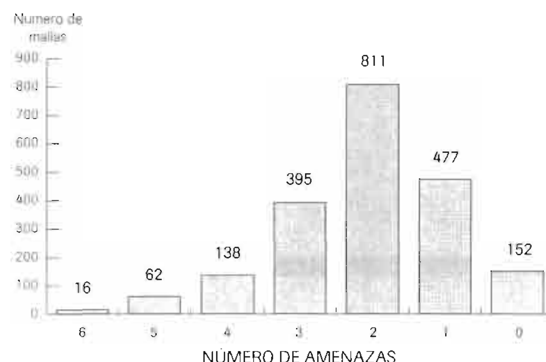
8 Véase la primera parte de este libro. La cuestión de la accesibilidad no concierne sino los elementos esenciales en materia de crisis del DMQ. Es menos importante tratándose de los elementos de proximidad esenciales en caso de crisis que, justamente, se ubican cerca de la población necesitada siendo por tanto accesibles.

de crisis están globalmente muy expuestos a las diversas amenazas que pesan sobre el DMQ (mapa 11-14). Algunos espacios, como el que va desde el barrio Las Casas hasta el barrio América están expuestos hasta a 6 amenazas. Ahora bien, se trata de sectores que generalmente presentan altas densidades de población, lo que puede significar problemáticas condiciones de subsistencia en caso de una crisis mayor. El mapa 11-15 centra su atención en las mallas que comprenden al menos tres tipos de elementos de proximidad y cuyo espacio está expuesto a más de 3 amenazas. Se trata de 30 mallas situadas en la ciudad de Quito, entre el barrio Quito Sur, al sur del Panecillo, y el barrio San José de El Condado al norte. Seis de ellas comportan todos los tipos de elementos esenciales de proximidad (mallas incluidas en los barrios Santa Anita y Rumipamba o a horcajadas entre los barrios Quito Sur/Clemente Ballén, La Victoria/San Roque y San Juan/González Suárez).

Elementos esenciales de respuesta a crisis y exposición a las amenazas

El mapa 11-16 y la figura 11-2 indican que la gran mayoría de las mallas que comprenden elementos esenciales de respuesta a crisis (92,6%) corresponden a espacios expuestos a al menos una amenaza. La mayor parte de mallas están sometidas a dos amenazas pero algunas lo están a 6 amenazas (barrios Belisario Quevedo, Santa Clara, Larrea o, más al norte, barrios situados al oeste del aeropuerto). Más significativo aún es el mapa 11-17 que permite destacar cierta cantidad de mallas que merecen una atención particular. Se trata en especial de aquellas

Figura 11-2
Número de mallas que contienen elementos esenciales de manejo de crisis en función del número de amenazas



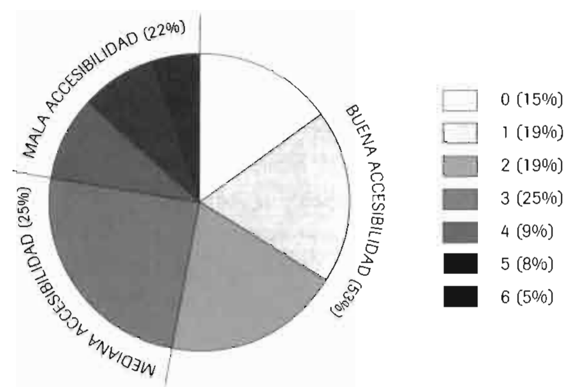
donde al mismo tiempo se ubican más de dos elementos esenciales en caso de crisis y cuyos espacios están expuestos a más de dos amenazas. Estas mallas, que son 81 (es decir el 3,9% de las mallas donde se sitúan elementos esenciales en caso de crisis y el 0,3% de todas las mallas del DMQ) tienden a concentrarse en tres espacios: principalmente entre el centro histórico y el aeropuerto; al norte de la ciudad, en el contacto entre las avenidas Manuel Córdova Galarza y Occidental; al sur de Quito, a lo largo de la avenida Pedro Vicente Maldonado, entre el barrio San Bartolo y el Nueva Aurora.

Elementos esenciales en caso de crisis y accesibilidad

Los elementos esenciales en caso de crisis se sitúan en mallas que han sido caracterizadas por grados de

accesibilidad (véase capítulo 2, mapa 2-4). Al trasladar esos grados a las 2.051 mallas que comprenden elementos esenciales en caso de crisis, el mapa 11-18 y la figura 11-3 indican que tales elementos están globalmente en una situación de accesibilidad satisfactoria o relativamente satisfactoria. No obstante, en más del 22% de las mallas, los elementos esenciales son más difíciles de acceso. Es particularmente el caso de ciertos elementos de la red de energía eléctrica (una gran parte de las líneas de transmisión Transelectric y EEQ Santa Rosa/Pomasqui, así como los extremos sur de las líneas EEQ La Vicentina/Santa Rosa y Epiclachima/San Rosa), de la red de abastecimiento de agua (una parte de la línea de captación proveniente de la laguna La Mica y de la línea del río Pita) y de la red de abastecimiento de combustibles (poliductos). Otros elementos más puntuales aparecen igualmente como difícilmente accesibles (la mayoría de las antenas de telecomunicaciones, algunas canteras, algunos tanques de agua e inclusive ciertos refugios, de fácil acceso para la población cercana, mas no para los organismos capaces de proporcionar auxilios o un apoyo logístico).

Figura 11-3
Porcentaje de mallas que contienen elementos esenciales para el manejo de crisis en función de su grado de accesibilidad*



* véanse el capítulo 2 y el mapa 2-4

Elementos esenciales, exposición a las amenazas y accesibilidad

Se intentó hacer una síntesis cartográfica que combine los elementos esenciales en caso de crisis, la exposición a las amenazas y los grados de accesibilidad (mapa 11-19). El mapa indica ante todo que no existen lugares de fuerte concentración de elementos esenciales que a la vez estén expuestos a muchas amenazas y sean difícilmente accesibles. Los lugares de fuerte concentración son a menudo vulnerables por su exposición a las amenazas mas no por problemas de accesibilidad. En cambio, varias mallas donde se ubican dos tipos de elementos esenciales y más generalmente uno solo, experimentan problemas de accesibilidad a los que se suma una exposición más o menos alta a las amenazas. Los lugares son los descritos anteriormente pero, entre ellos, se destacan aquellos que a la vez están altamente expuestos y son poco accesibles. Se trata en especial (mallas de color rojo) de canteras, antenas de telecomunicaciones, un tramo del poliducto, al oeste de

Quito, y de cortos tramos de líneas de conducción de agua o de líneas eléctricas (línea Transelectric entre Santa Rosa y Pomasqui). La situación es sobre todo preocupante en el caso de las líneas, en la medida en que su interrupción en un solo punto puede comprometer el funcionamiento de la red en su conjunto.

Conclusión

La probabilidad nada despreciable de que se produzca en el futuro una crisis de gran amplitud en el DMQ justifica que la cuestión de los elementos esenciales para el manejo de crisis haya ocupado dos capítulos. El primero apuntaba a analizar y cartografiar todos los elementos útiles para el manejo de crisis en el Distrito. El segundo fue más lejos en el análisis territorial permitiendo así identificar los elementos esenciales en caso de crisis a nivel del DMQ, los elementos de proximidad y su distribución espacial. Se consideró la vulnerabilidad territorial de tales elementos a partir de la accesibilidad y la exposición a las amenazas.

Una de las principales conclusiones es la concentración relativamente fuerte de los elementos esenciales para el manejo de crisis. Sin embargo, esa concentración es menos importante que tratándose de los elementos esenciales del funcionamiento del DMQ. Si bien el espacio central de Quito cuenta mucho en materia de manejo de crisis, otros espacios son también estratégicos, en particular el norte de la ciudad (principalmente a nivel del intercambiador de Carcelén y sus prolongaciones viales), aunque también, en menor medida, el sur y los valles donde las redes predominan ampliamente. Los desequilibrios más sensibles se refieren a los campos de la decisión, de lo operacional y de la atención médica que se revelan como atributo del espacio central de Quito en detrimento del resto de la ciudad y sobre todo del resto del Distrito. En lo que atañe a la atención médica, el análisis del manejo de crisis a proximidad confirmó los problemas observados a nivel del Distrito.

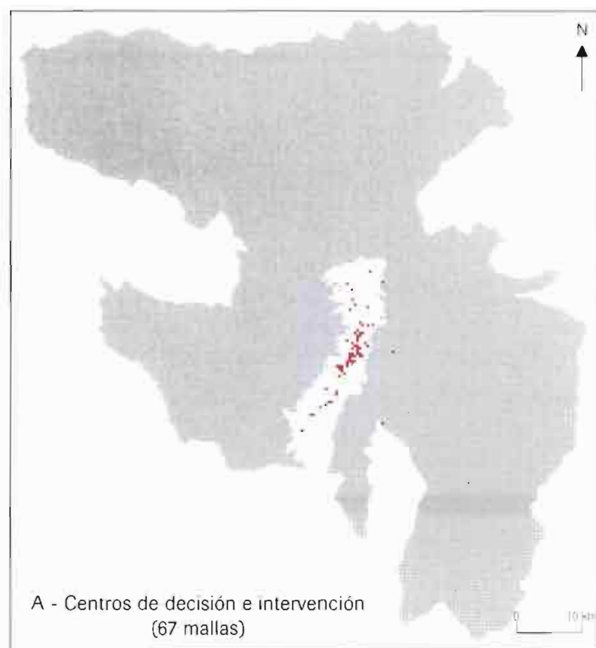
Los análisis de vulnerabilidad territorial basados en la exposición a las amenazas y en la calidad de la accesibilidad mostraron que los elementos esenciales de respuesta a crisis son sumamente vulnerables, sobre todo por su exposición a numerosas amenazas. Es el caso de ciertos espacios de concentración de elementos esenciales que fueron localizados. No existen en cambio espacios de fuerte concentración de elementos esenciales de manejo de crisis que a la vez estén expuestos a numerosas amenazas y sean difícilmente accesibles. Sin embargo, algunos elementos de importancia se encuentran en esta situación (como ciertos tramos de líneas eléctricas).

La importancia que revisten los elementos esenciales de respuesta a crisis y las formas de vulnerabilidad evidenciadas debe llevar a acciones de reducción de tal vulnerabilidad. Estas podrían adoptar la forma de una desconcentración de ciertos elementos esenciales vinculados en especial al campo operacional y a la atención médica, de la protección, e incluso del desplazamiento de ciertos elementos

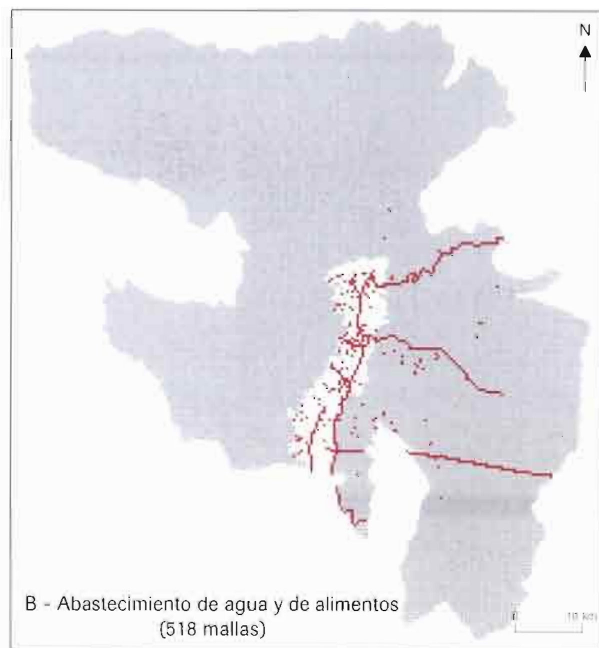
fundamentales particularmente expuestos a amenazas, y del mejoramiento de la accesibilidad donde esta es problemática.

Por otro lado, una política de mejoramiento de la distribución espacial de los elementos de proximidad para garantizar un mínimo de autonomía a los espacios del Distrito en términos de acceso al agua, a la atención médica, a la alimentación y a un albergue en caso de crisis, permitiría paralelamente mejorar las condiciones de vida de la población en situación normal.

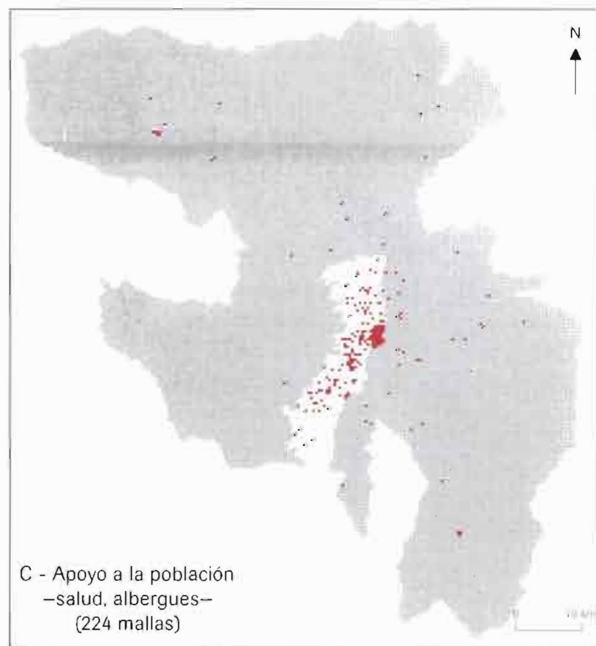
Mapa 11-1: Elementos esenciales de manejo de crisis en el DMQ (seis tipos considerados)



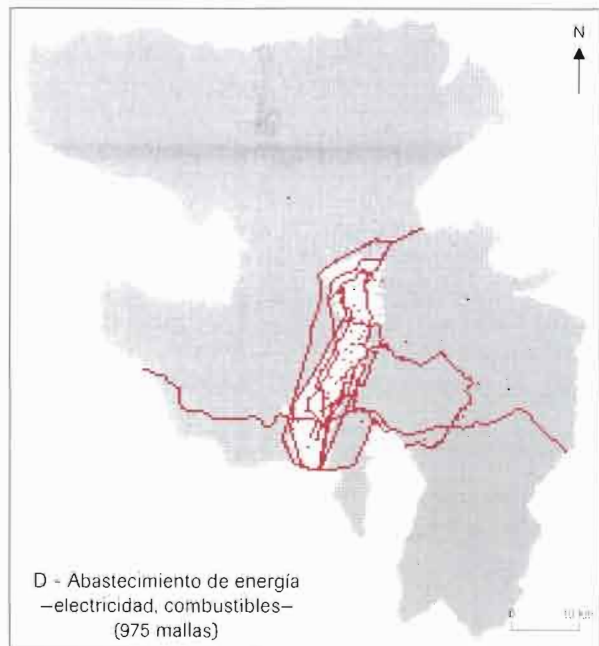
A - Centros de decisión e intervención (67 mallas)



B - Abastecimiento de agua y de alimentos (518 mallas)

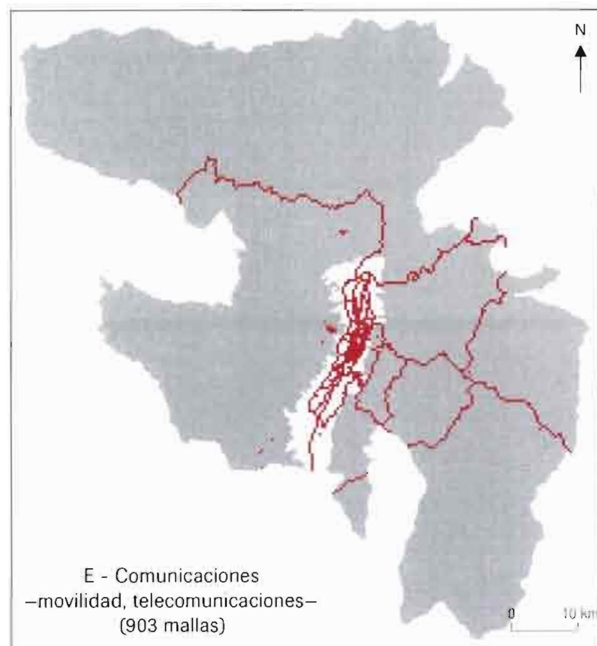


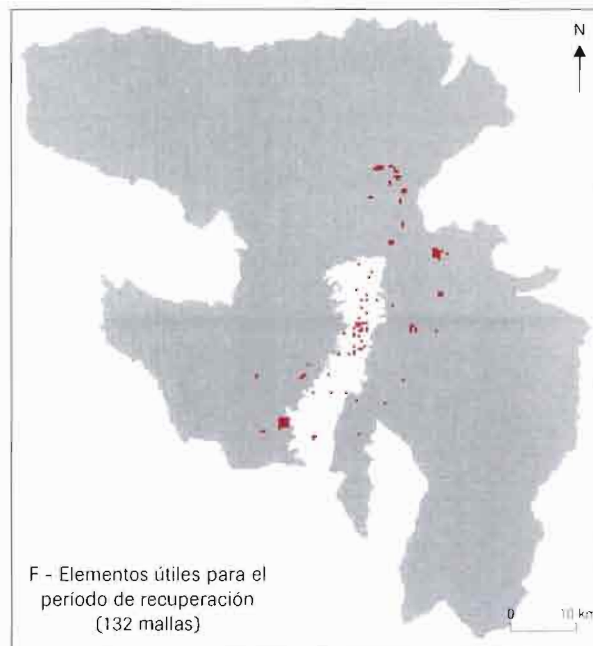
C - Apoyo a la población –salud, albergues– (224 mallas)

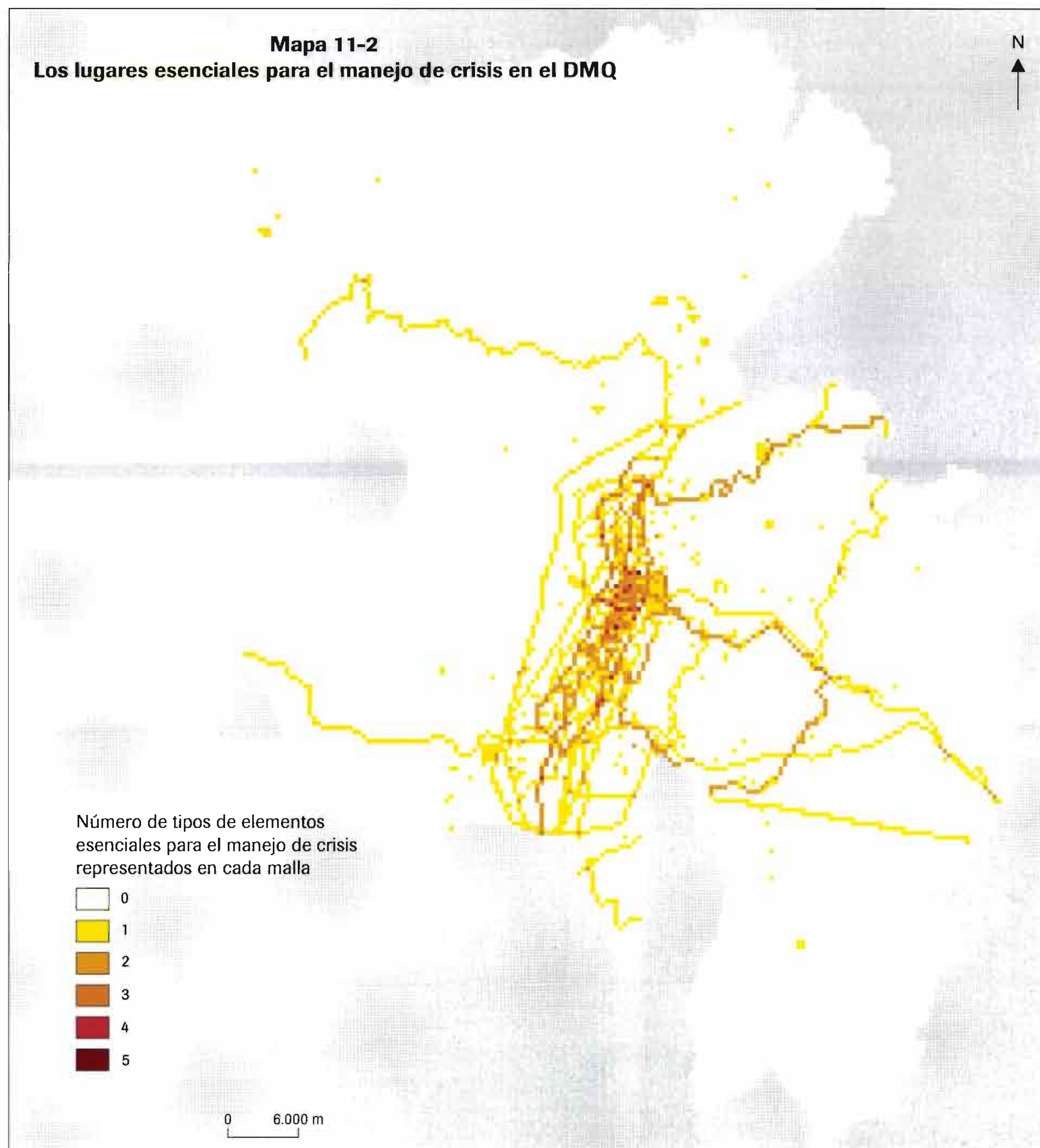


D - Abastecimiento de energía –electricidad, combustibles– (975 mallas)

Mapa 11-1: Elementos esenciales de manejo de crisis en el DMQ (seis tipos considerados)
–continuación–

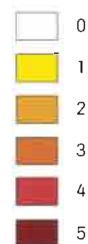





Mapa 11-2
Los lugares esenciales para el manejo de crisis en el DMQ
N
Número de tipos de elementos esenciales para el manejo de crisis representados en cada malla
0
1
2
3
4
5
0
6.000 m

Mapa 11-3
Los lugares esenciales para el manejo de crisis en Quito

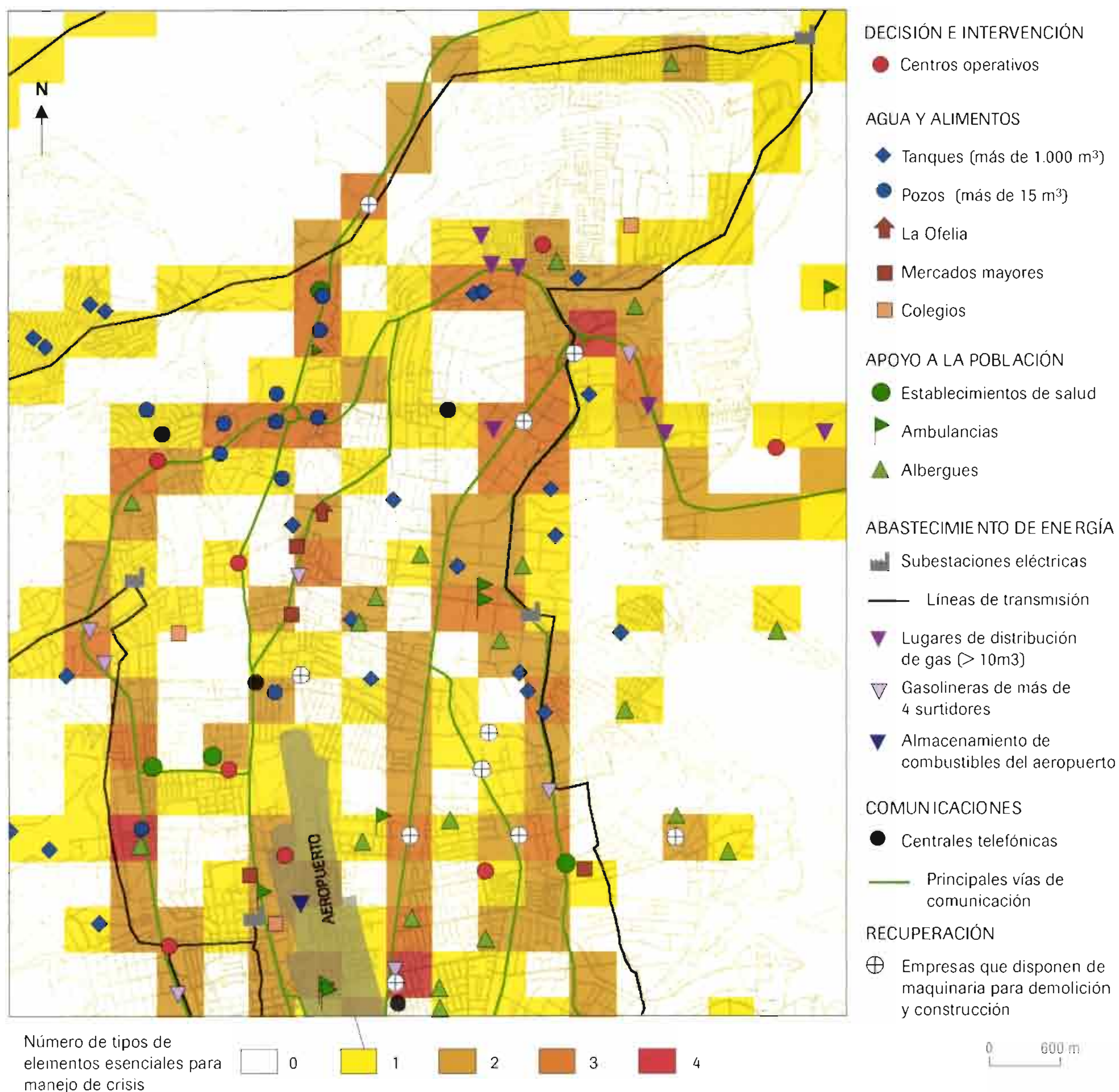
Número de tipos de elementos esenciales para el manejo de crisis representados en cada malla





Espacio central: espacio de mayor concentración de elementos esenciales de funcionamiento

Mapa 11-4: Elementos esenciales para el manejo de crisis en el norte de Quito



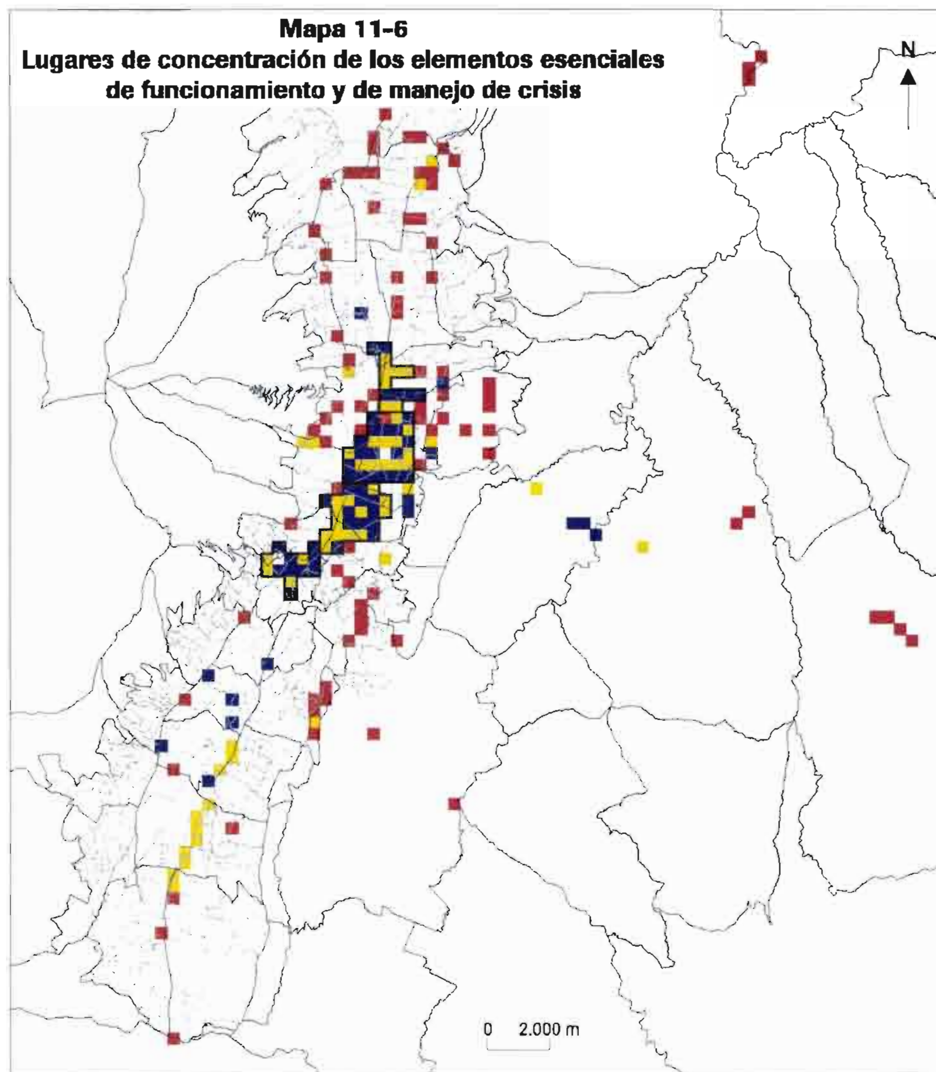
Mapa 11-5: Comparación entre los lugares esenciales para el manejo de crisis y los lugares esenciales de funcionamiento



Mallas que comprenden:

- únicamente elementos esenciales para el manejo de crisis
- únicamente elementos esenciales de funcionamiento
- a la vez elementos esenciales de funcionamiento y para el manejo de crisis
- ningún elemento esencial

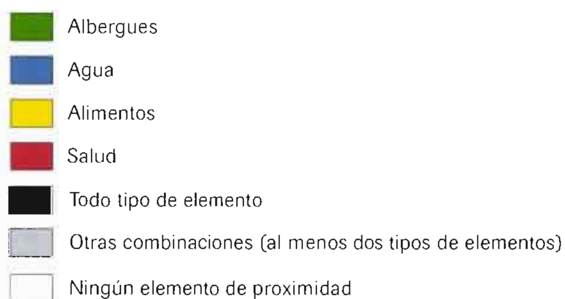
0 5 000 m

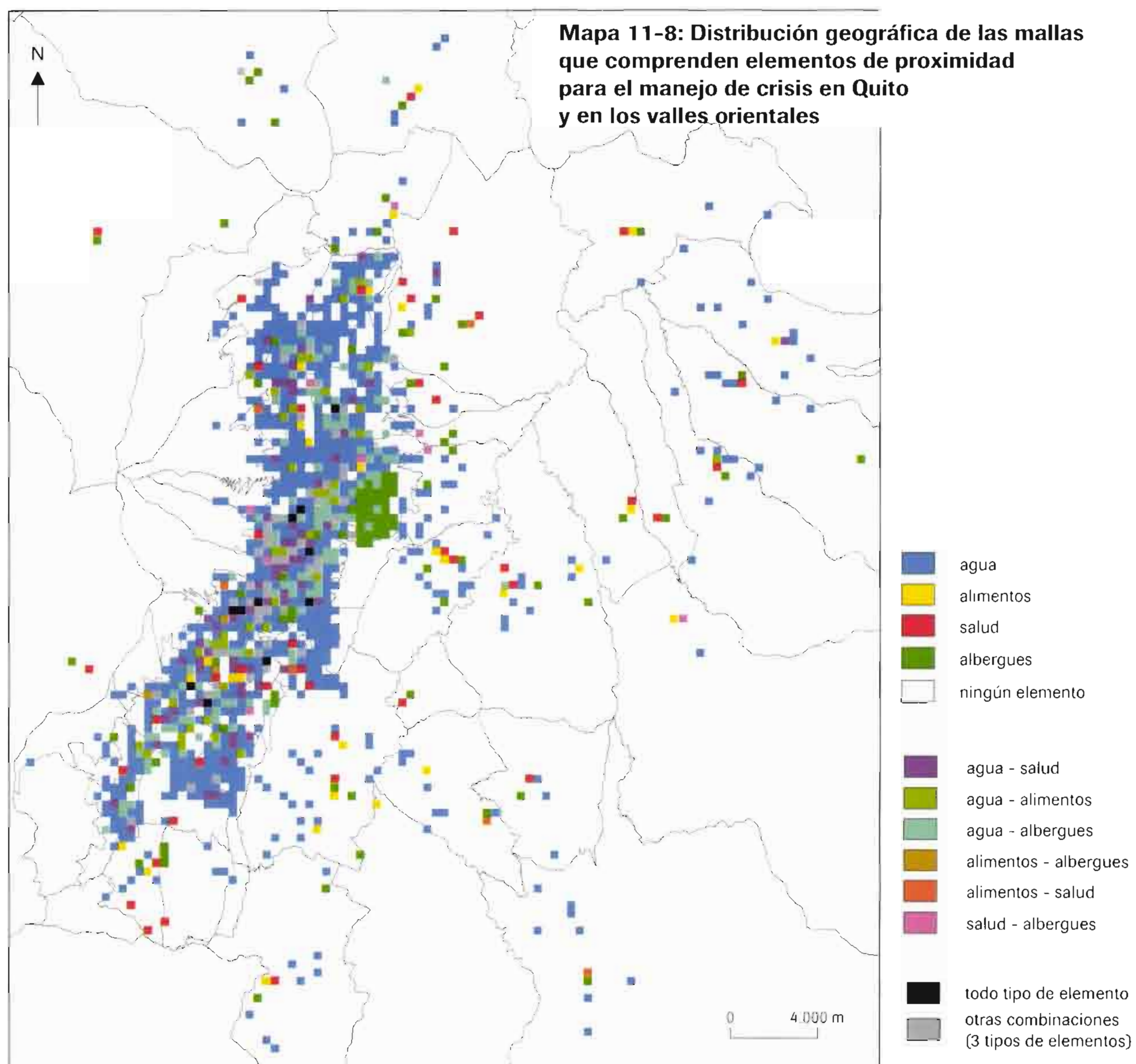


- Mallas con fuerte concentración de elementos esenciales de funcionamiento
- Mallas con fuerte concentración de elementos esenciales de manejo de crisis
- Mallas con fuerte concentración de elementos esenciales de funcionamiento y de manejo de crisis
- Mallas con poca concentración de elementos esenciales de funcionamiento y de manejo de crisis (o inexistencia de tales elementos)

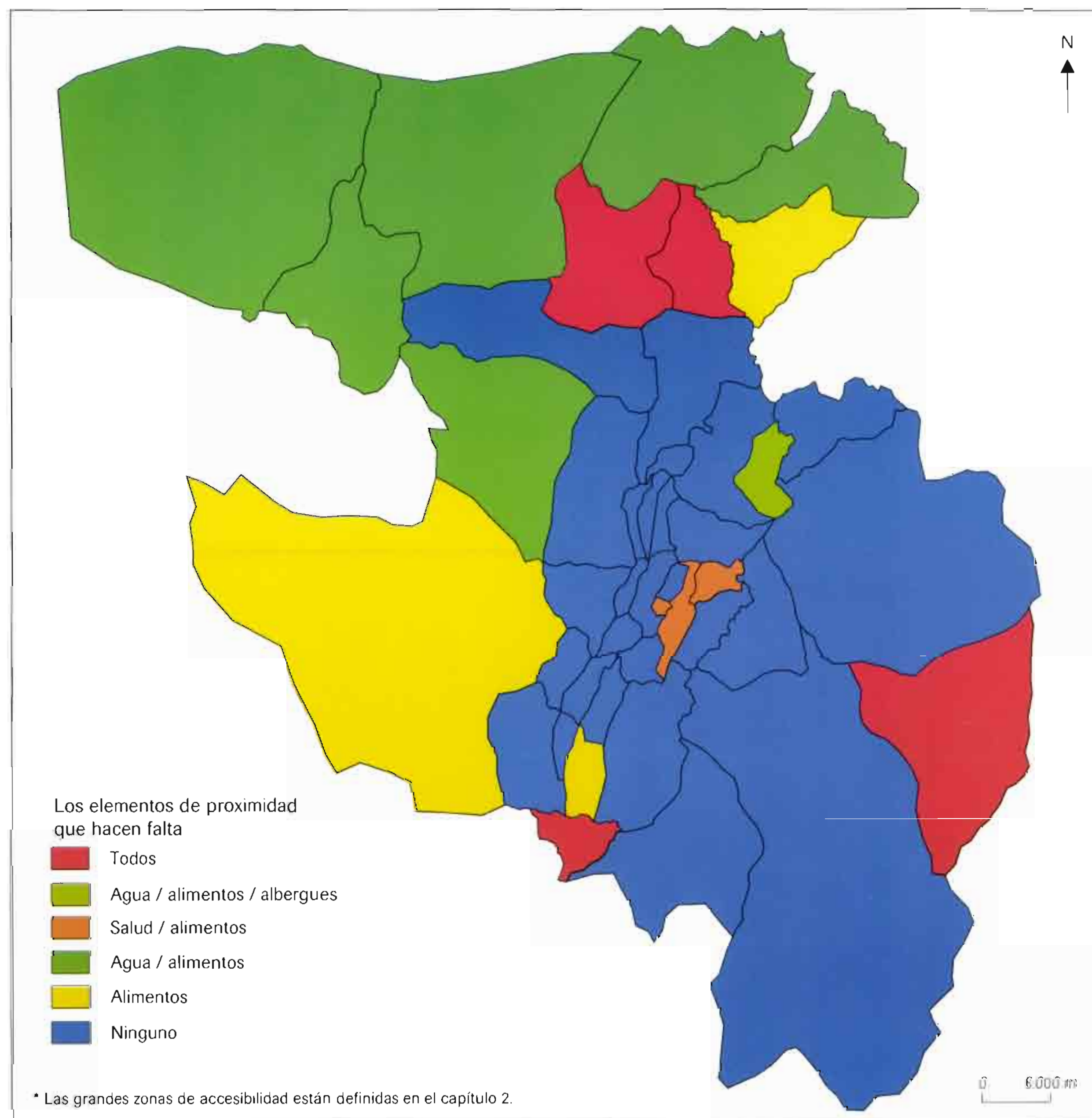
ELEMENTOS ESENCIALES DE MANEJO DE CRISIS	ELEMENTOS ESENCIALES DE FUNCIONAMIENTO: menos de 4 tipos	ELEMENTOS ESENCIALES DE FUNCIONAMIENTO: 4 tipos y más
menos de 3 tipos	□ (blanco)	■ (azul)
3 tipos y más	■ (rojo)	■ (amarillo)

Mapa 11-7
Distribución geográfica de las mallas que comprenden elementos de proximidad para el manejo de crisis en el DMQ



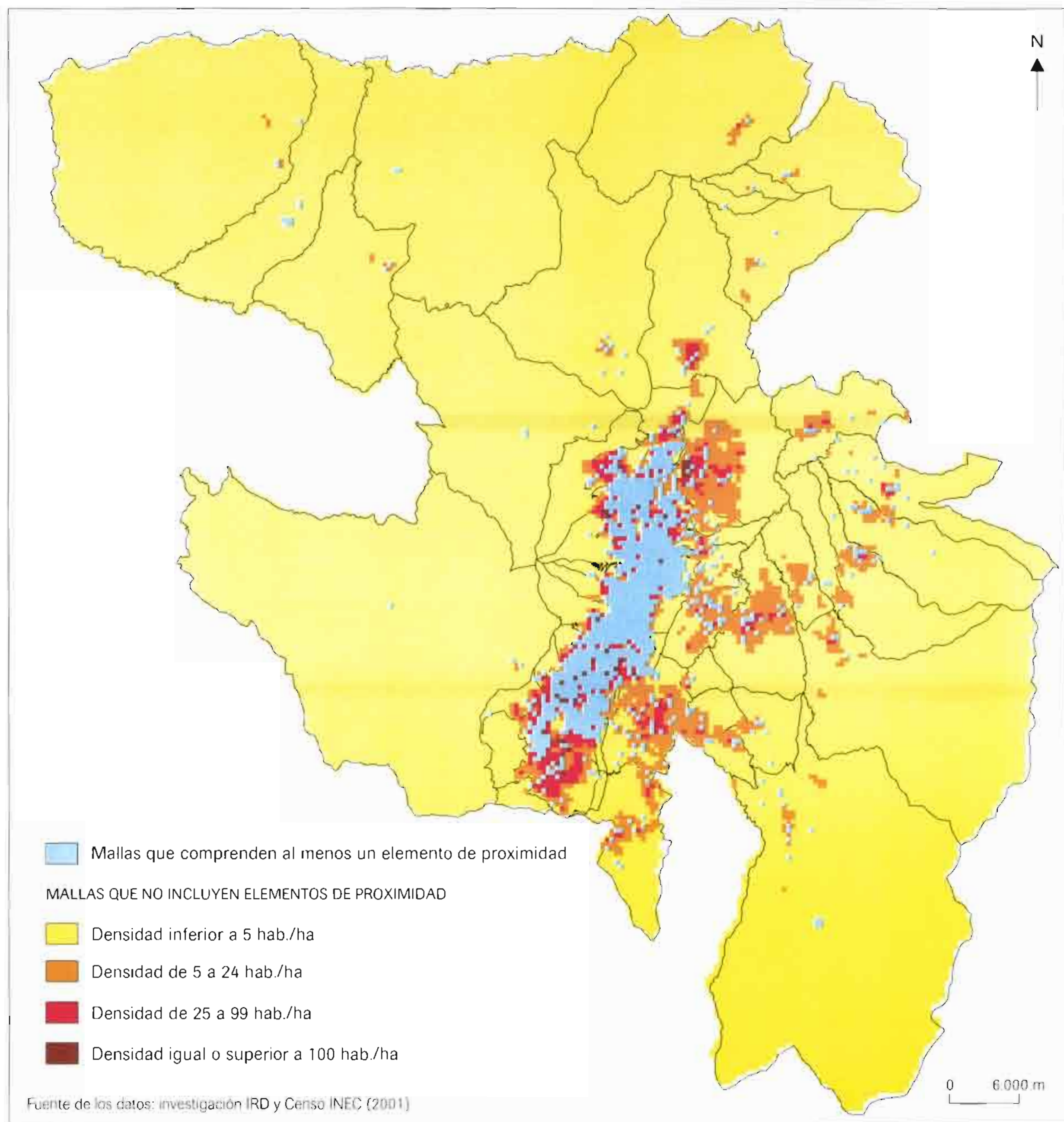

N
Mapa 11-8: Distribución geográfica de las mallas que comprenden elementos de proximidad para el manejo de crisis en Quito y en los valles orientales
agua
alimentos
salud
albergues
ningún elemento
agua - salud
agua - alimentos
agua - albergues
alimentos - albergues
alimentos - salud
salud - albergues
todo tipo de elemento
otras combinaciones
(3 tipos de elementos)
0
4 000 m

Mapa 11-9: Distribución de los tipos de elementos de proximidad para el manejo de crisis que hacen falta, por gran zona de accesibilidad*

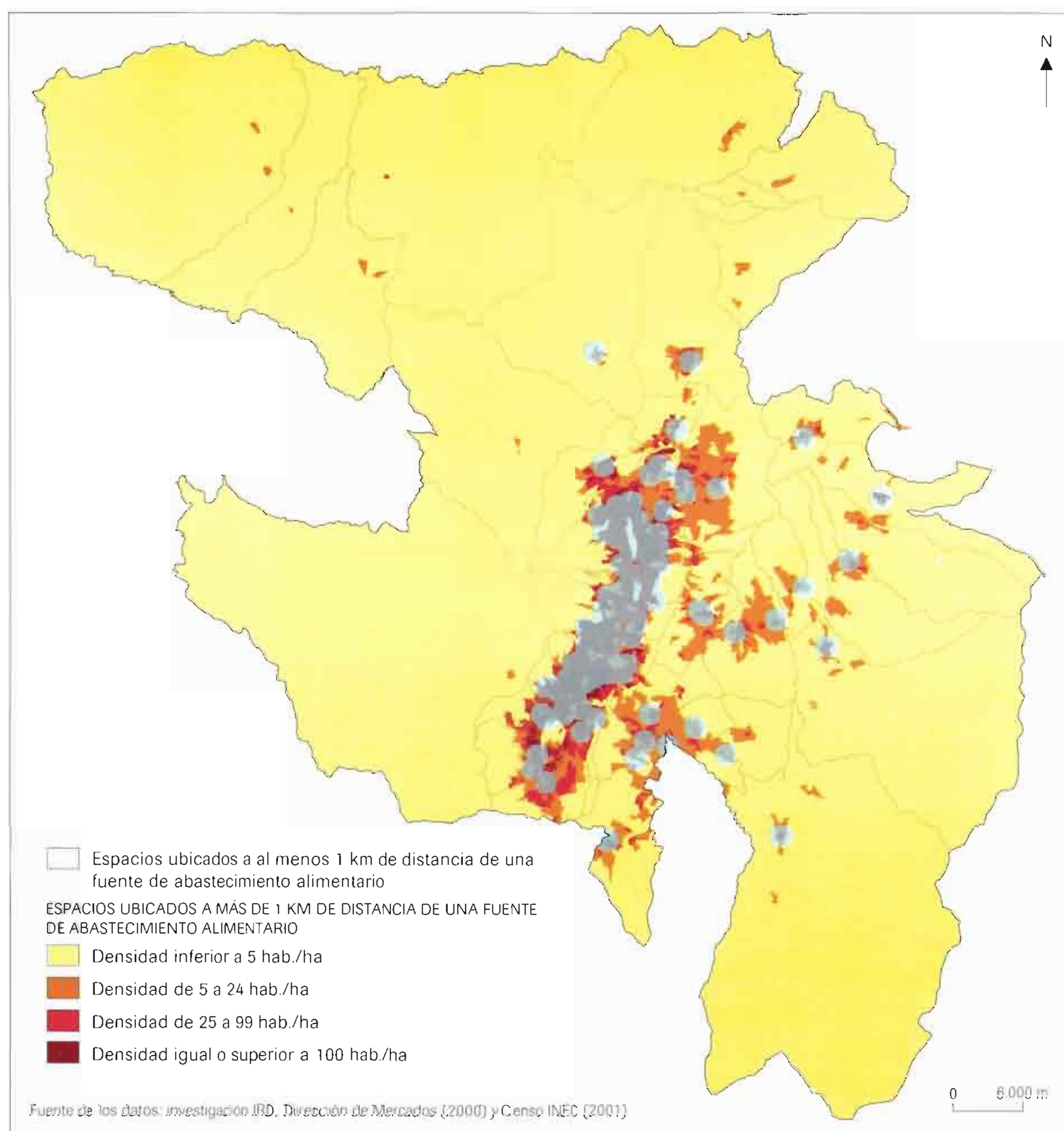


* Las grandes zonas de accesibilidad están definidas en el capítulo 2.

Mapa 11-10: Elementos de proximidad para el manejo de crisis y densidad poblacional

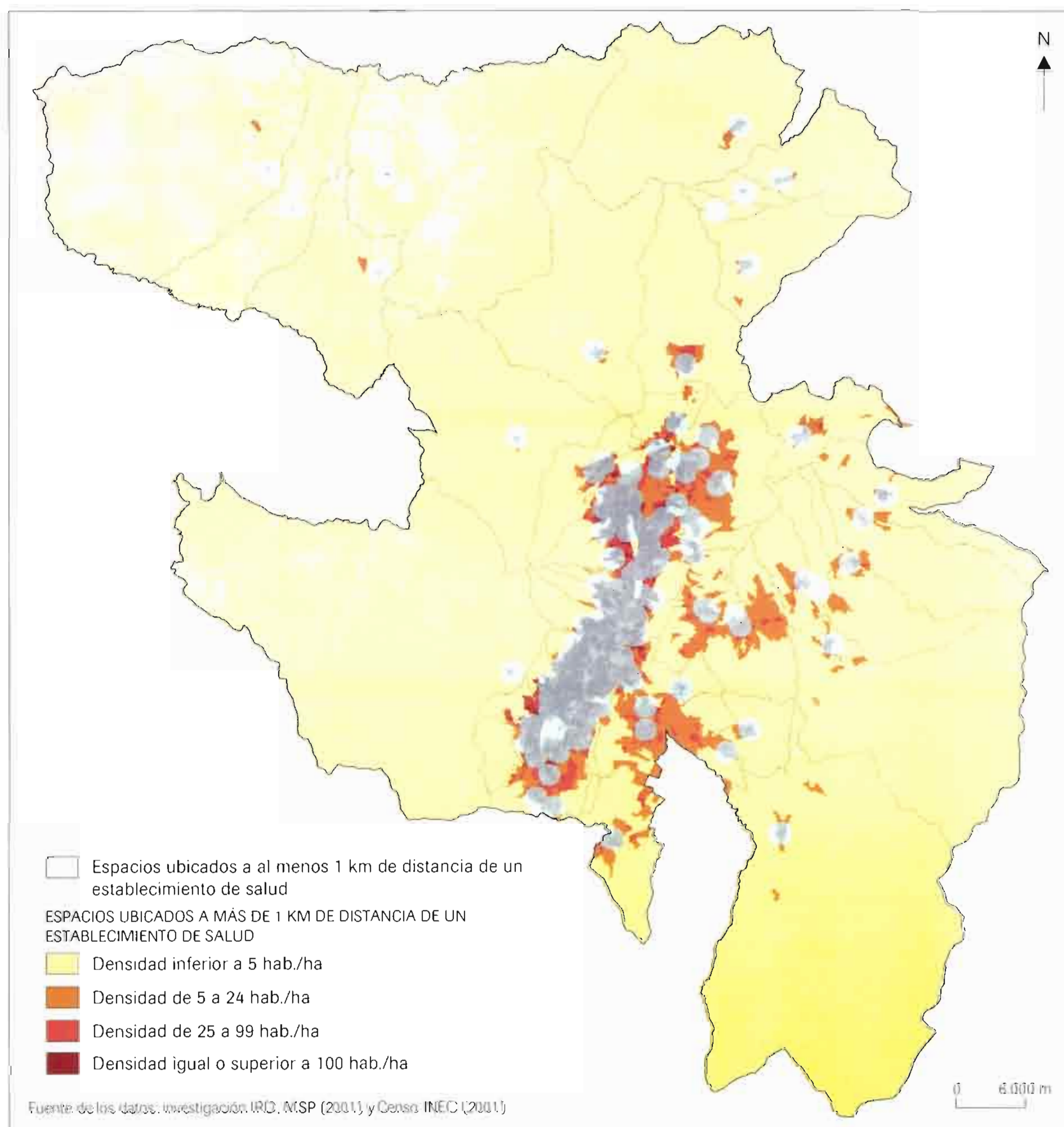


Mapa 11-11: Relaciones entre el elemento de proximidad para manejo de crisis «abastecimiento alimentario» y la densidad poblacional

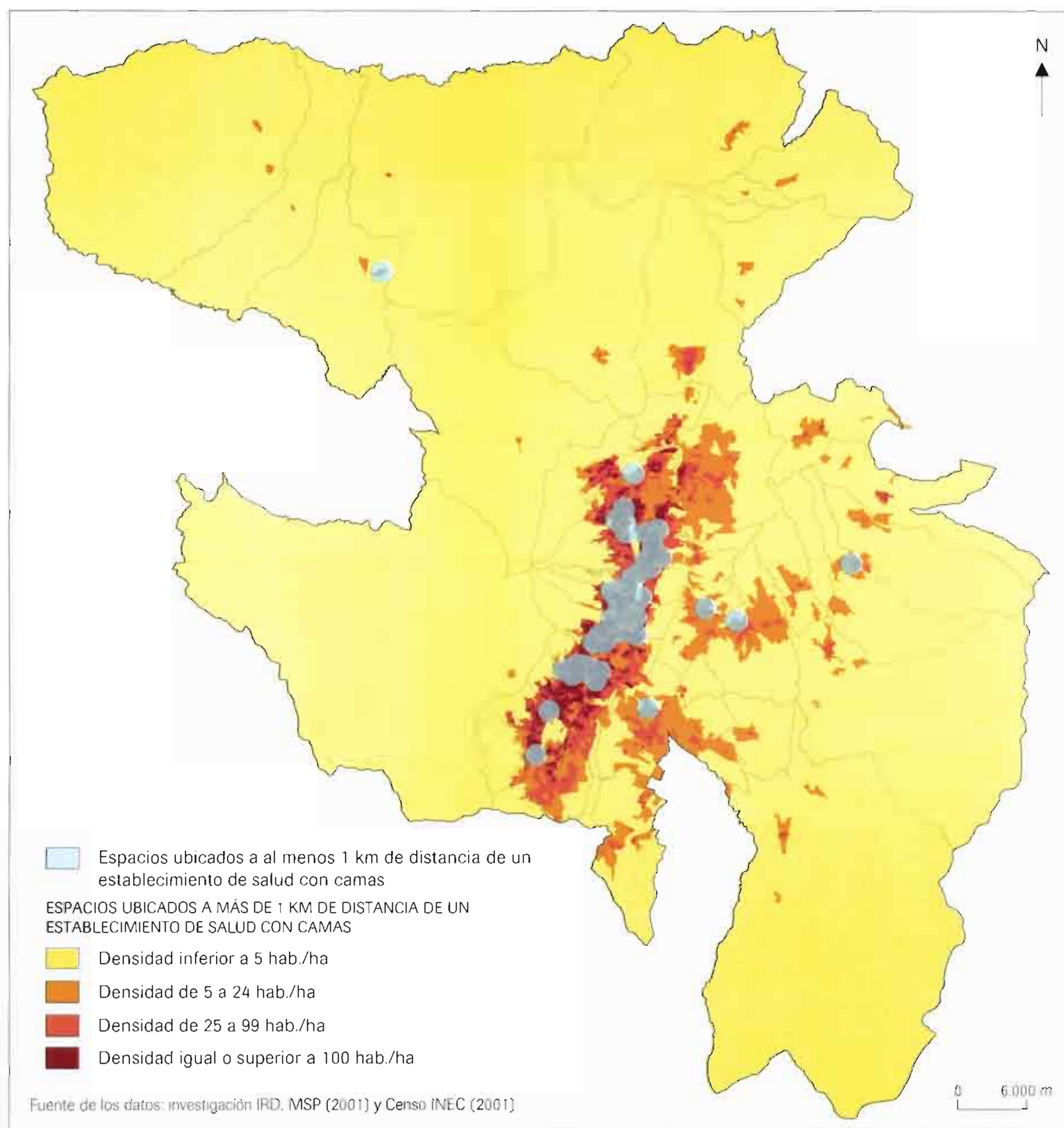


Fuente de los datos: investigación IRD, Dirección de Mercados (2000) y Censo INEC (2001)

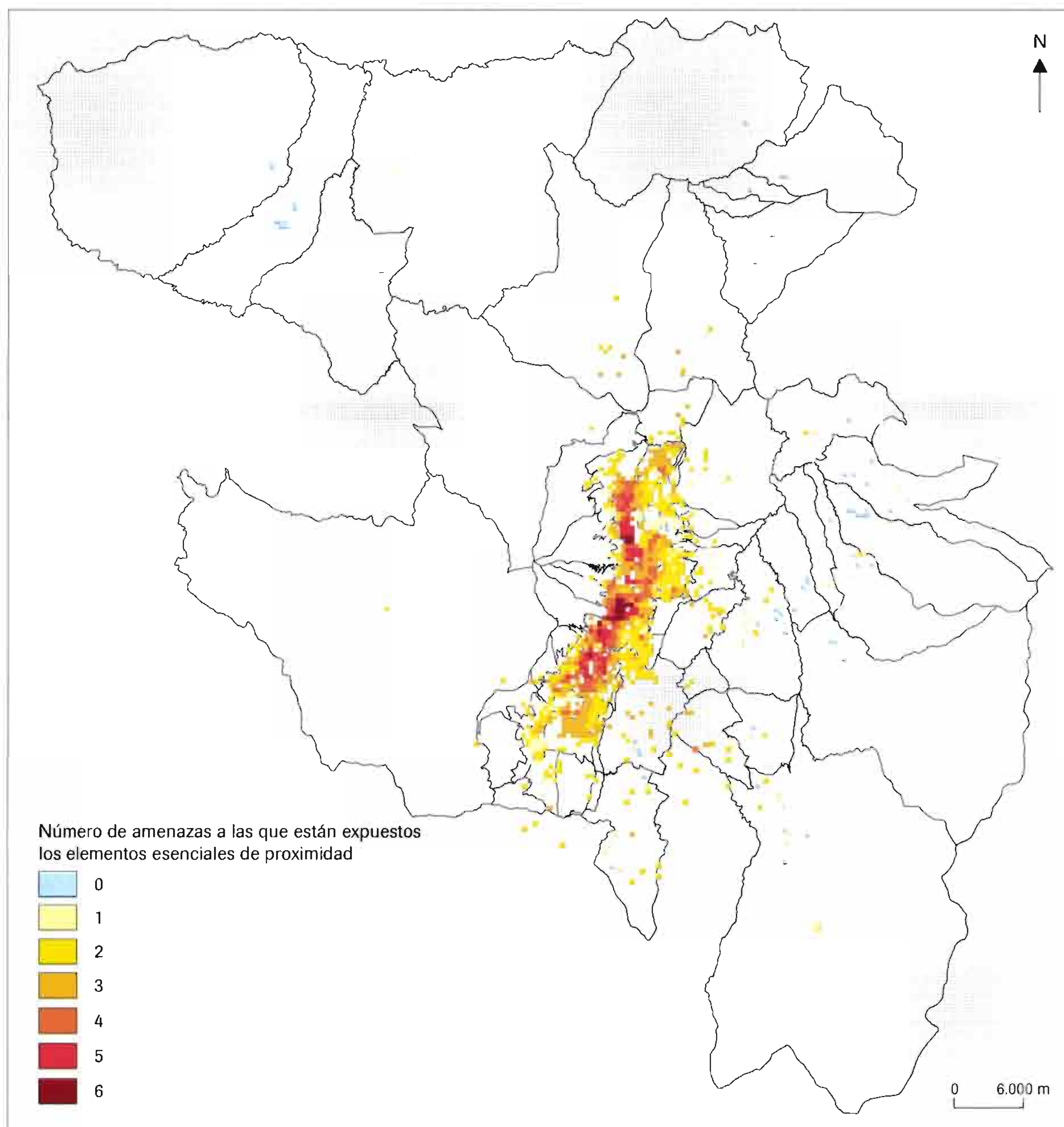
Mapa 11-12: Relaciones entre el elemento de proximidad para manejo de crisis «establecimientos de salud» (de todo tipo) y la densidad poblacional

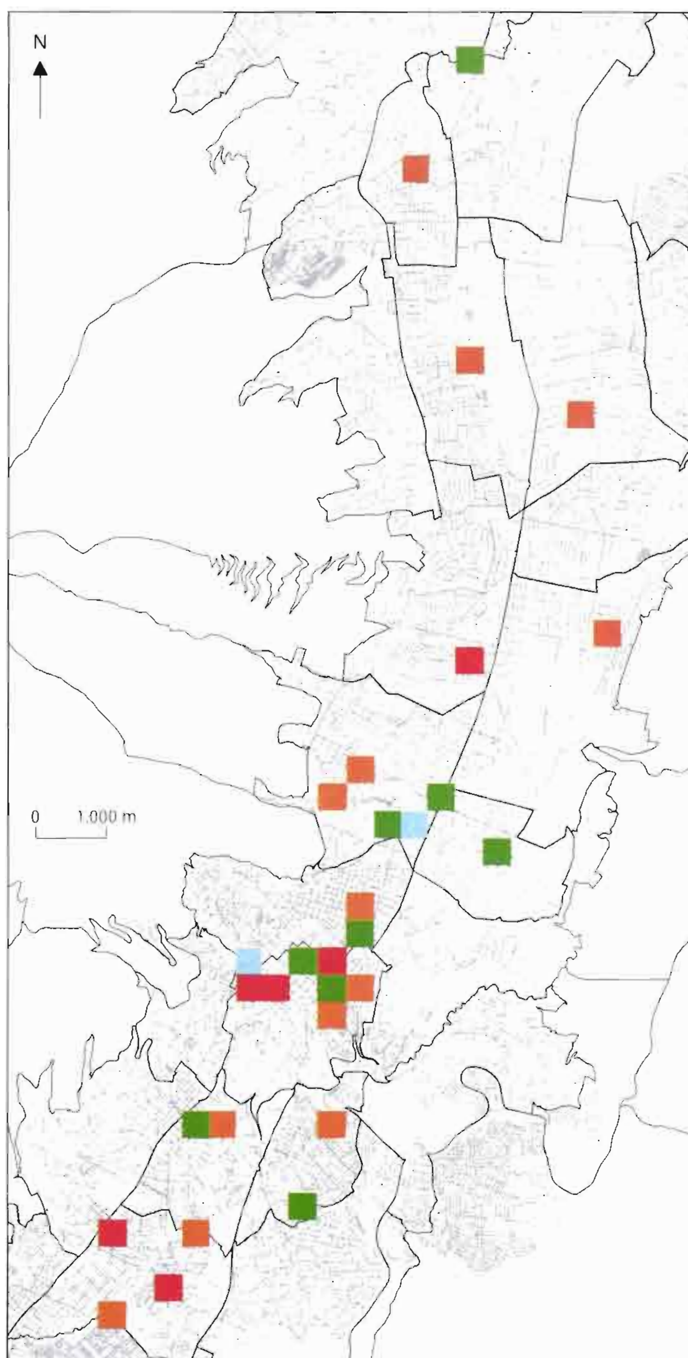


Mapa 11-13: Relaciones entre el elemento de proximidad para el manejo de crisis «establecimientos de salud con camas» y la densidad poblacional



Mapa 11-14: Exposición a las amenazas de los lugares que comprenden elementos de proximidad para el manejo de crisis



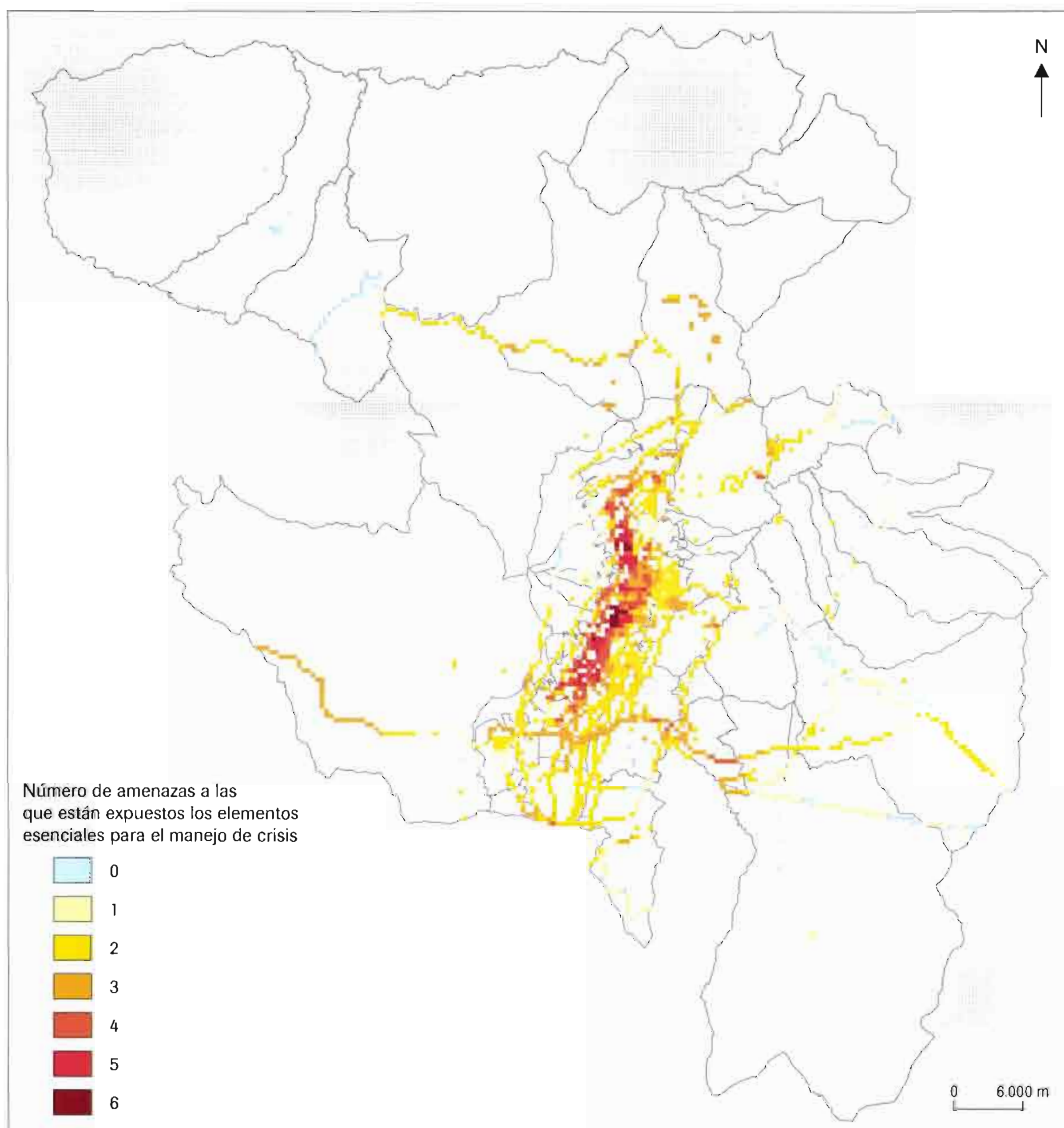


Mapa 11-15
Repartición de los elementos de proximidad para el manejo de crisis y exposición a las amenazas
(mallas que comprenden al menos 3 elementos de proximidad para el manejo de crisis y expuestos a más de 3 amenazas)

Tipos de elementos de proximidad representados

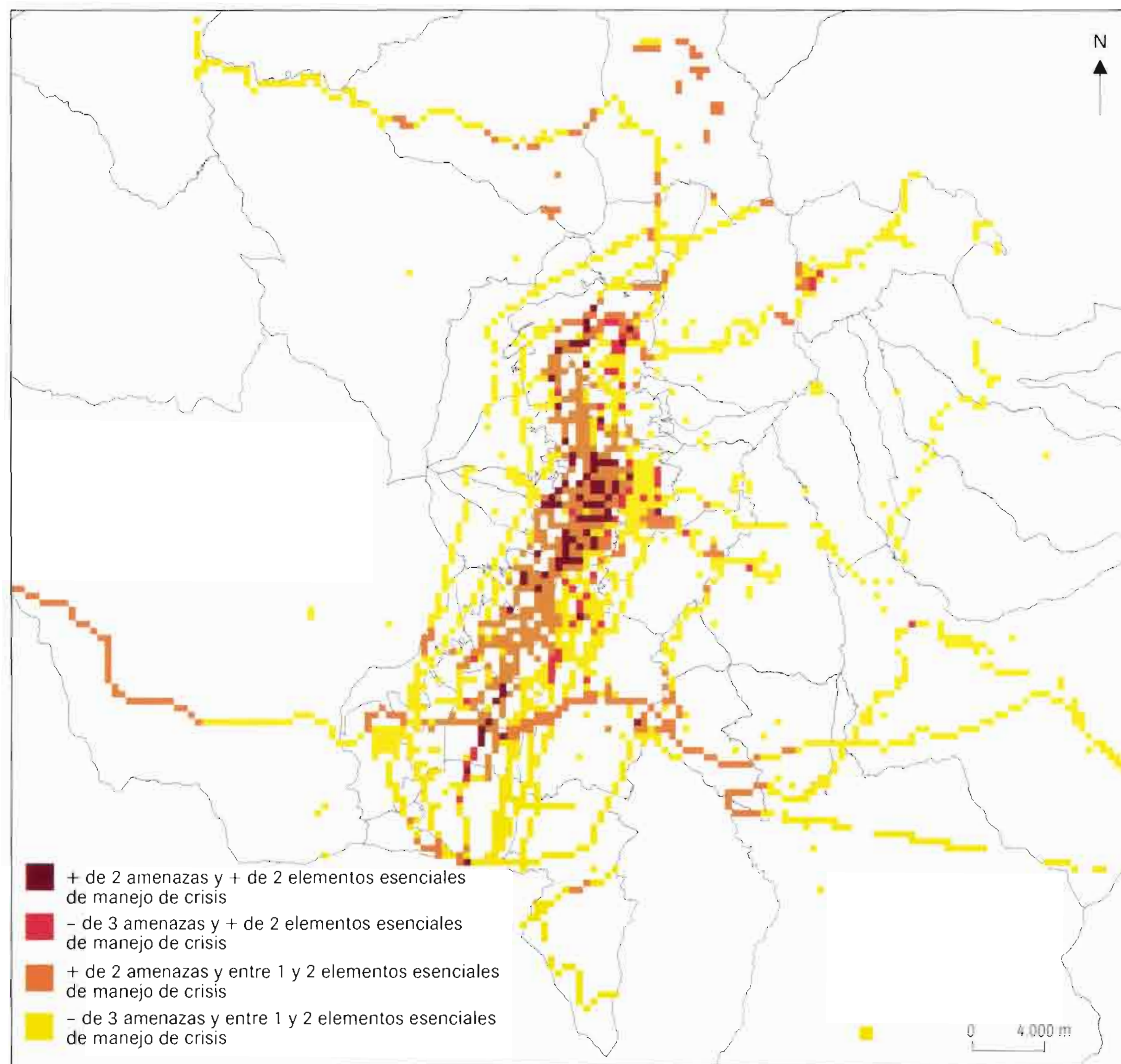
- Agua / alimentos / atención médica
- Agua / atención médica / albergues
- Agua / alimentos / albergues
- Alimentos / atención médica / albergues
- Todos los tipos

Mapa 11-16: Exposición a las amenazas de los espacios que comprenden elementos esenciales para el manejo de crisis



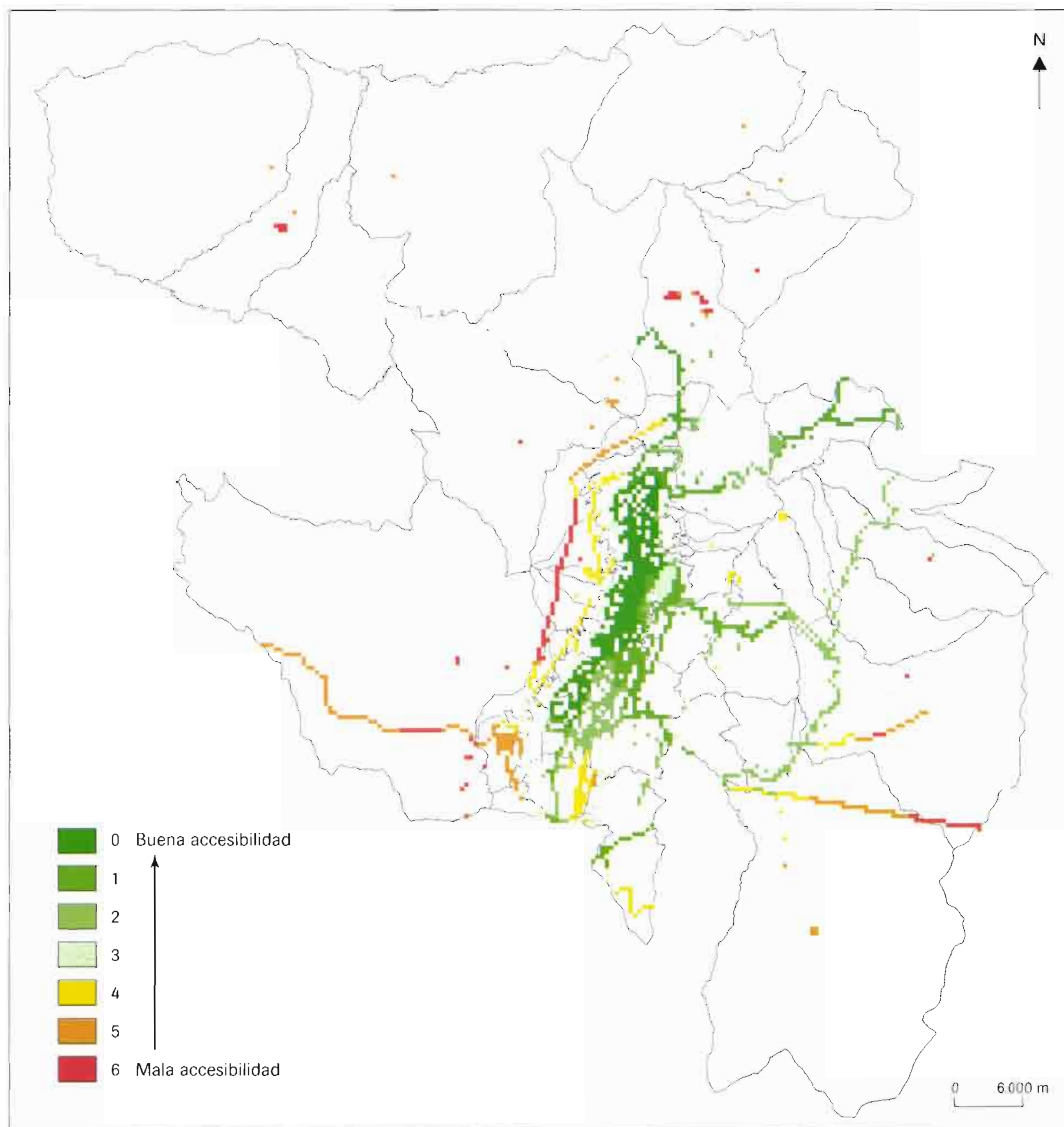
Mapa 11-17: Exposición a las amenazas de los lugares esenciales para el manejo de crisis en el DMQ

(clasificación en función del número de elementos esenciales y del número de amenazas)

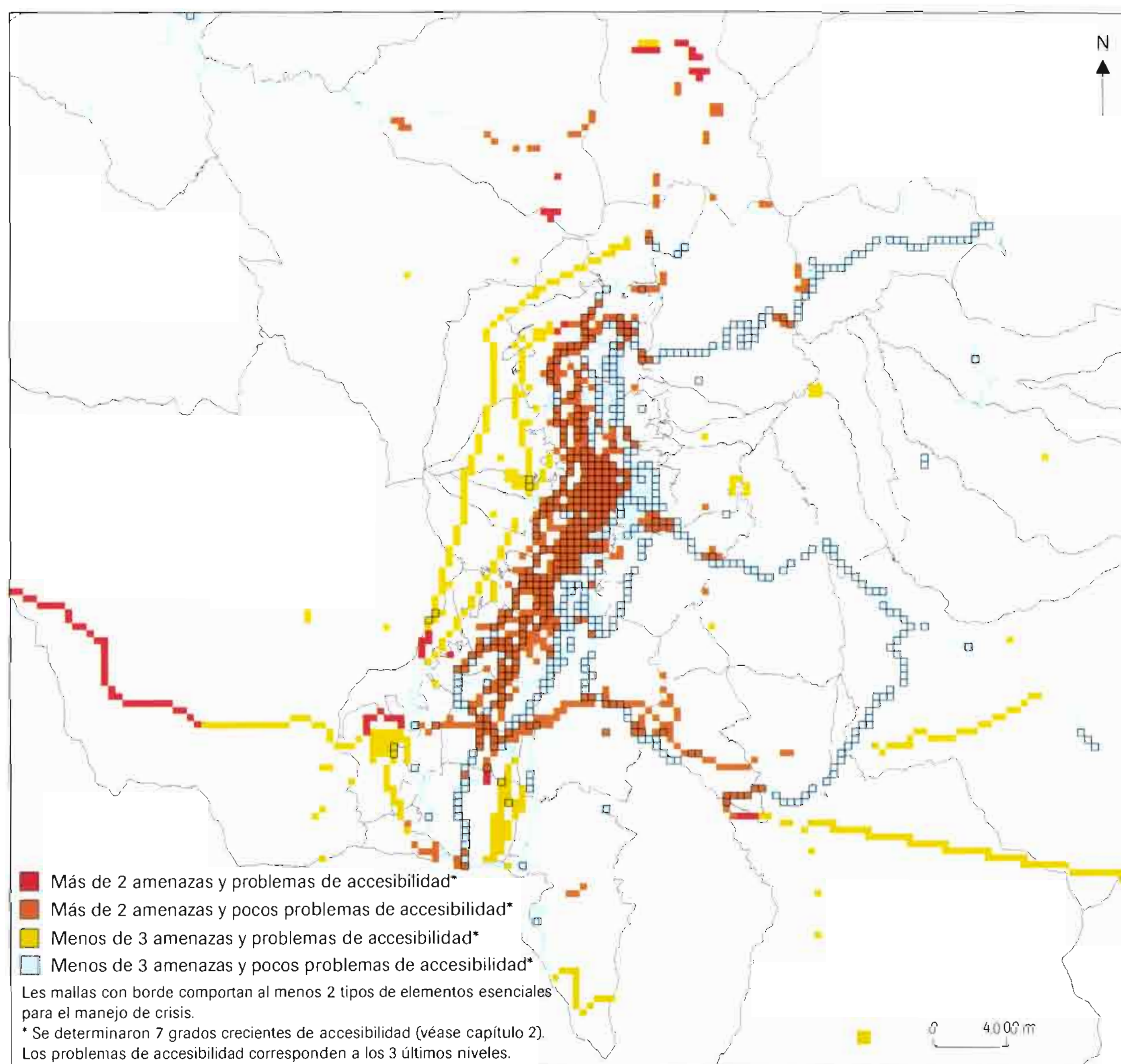


Las mallas que no registran ninguna amenaza no están representadas.

Mapa 11-18: Grado de accesibilidad de los lugares esenciales de manejo de crisis en el DMQ



Mapa 11-19: Lugares más problemáticos para el manejo de crisis dados el número de amenazas y los problemas de accesibilidad



CAPÍTULO 12

Vulnerabilidad de los elementos esenciales para el manejo de crisis: el ejemplo de los establecimientos de salud

La situación del sistema de atención médica en el DMQ es particularmente precaria en período normal. Se caracteriza por una insuficiencia de recursos económicos, humanos, de equipamiento y de materiales en particular en el sector público. La distribución espacial de los establecimientos de salud es inadecuada y el número de camas y de médicos insuficiente[1] en relación con la extensión y la población del Distrito (véase D'Ercole y Metzger, 2002, p. 41-51).

El sector privado se desarrolla rápidamente[2] mientras que la situación del sector público se deteriora con el paso de los años, conforme a la evolución socioeconómica del país. Objetivamente, por razones esencialmente económicas, el acceso de la mayoría de la población a atención médica de calidad es deficiente[3]. Más allá de las interrogantes que plantea este grave problema, que remite directamente a la vulnerabilidad de la población, aquí la idea es analizar la vulnerabilidad de los principales hospitales en la perspectiva de una situación de crisis, relacionada por ejemplo con un terremoto u otro evento de origen natural o antrópico.

---

1 En 2001, según el Ministerio de Salud Pública (MSP), existe en Quito 1 médico por cada 500 habitantes.

2 En 1971, el 87% de las camas disponibles en Quito correspondía al sector público. Esa cifra es del 72% en 2001 (véase D'Ercole y Metzger, 2002, capítulo 3).

3 Y ello pese a las garantías de acceso a un sistema de atención médica gratuita que ofrecen la Constitución de 1998 y la Ley de Derechos y Amparo al Paciente.

En efecto, si los establecimientos de salud son importantes en época normal, son absolutamente esenciales en tiempo de crisis. Por ello, el análisis de la vulnerabilidad de los principales hospitales del DMQ se ubica resueltamente en la perspectiva de una situación de crisis y más particularmente en caso de terremoto. Por ello, la metodología utilizada difiere sensiblemente de la empleada en la segunda parte de este libro para el análisis de vulnerabilidad de los elementos esenciales. Se trata de experimentar un método de análisis que permita llegar a un diagnóstico general de la vulnerabilidad de los hospitales que pueda, de manera concreta, ayudar a la formulación de una política de prevención de los riesgos orientada hacia la reducción de tal vulnerabilidad y el concomitante mejoramiento de la capacidad de esos establecimientos de enfrentar situaciones de crisis.

Tratándose de los establecimientos de salud, una situación de emergencia médica se traduce en un aumento brutal del número de pacientes y de patologías graves. Deben por tanto estar en capacidad de acoger y atender a esos pacientes en condiciones inhabituales. En este contexto, la primera parte de este capítulo[4] se propone presentar los grandes rasgos del sistema de atención de emergencias existente en el DMQ. En una segunda etapa se procederá al estudio de la vulnerabilidad de los 27 hospitales y clínicas considerados como los más importantes del Distrito[5]. Este procedimiento experimental se basa en el análisis de su vulnerabilidad estructural y funcional así como de su accesibilidad física. La exposición a las diferentes amenazas presentadas en la primera parte de este libro es también considerada antes de efectuar una síntesis de las diferentes formas de vulnerabilidad.

1. Breve reseña del sistema de atención de emergencia en el DMQ

El DMQ dispone de diferentes instituciones capaces de desempeñar un papel en situaciones de emergencia médica: el 911, el Consejo Provincial de Pichincha, la Cruz Roja, el Cuerpo de Bomberos, la Defensa Civil, la Policía Nacional constituyen la primera línea de intervención en los lugares de un accidente, correspondiendo la segunda línea a todos los establecimientos de salud y particularmente a los principales hospitales públicos.

La creación en 1995 del Comité Interinstitucional de Respuesta a Emergencias Médicas (CIREM) en

4 La recopilación de los datos que permitieron realizar este capítulo fue efectuada esencialmente por Alexandra Mena.

5 Considerando la gran importancia de los establecimientos de salud en período de crisis, se agregaron 10 establecimientos a los 17 considerados esenciales para el funcionamiento del DMQ en el primer libro (D'Ercole y Metzger, 2002). El conjunto corresponde solamente al 14% de los establecimientos de salud de toda categoría inventariados en el DMQ, pero al 87% de las camas de hospitalización.

el marco de un proyecto nacional de Fortalecimiento y Ampliación de los Servicios Básicos de Salud en el Ecuador (FASBASE), tenía como objetivo desarrollar y modernizar los equipamientos e infraestructuras necesarias para las emergencias médicas y mejorar la acción de las diferentes instituciones, en especial a través del aumento de los recursos y el mejoramiento de la coordinación de las acciones. La versión local del CIREM está compuesta por el Consejo Provincial de Pichincha[6], la Cruz Roja Ecuatoriana, el Cuerpo de Bomberos, la Dirección Provincial de Salud de Pichincha, el MDMQ, el Ministerio de Defensa Nacional, el Ministerio de Salud Pública y la Policía Nacional. Si bien el CIREM pudo funcionar con recursos importantes durante los primeros años[7], hoy en día depende principalmente de la contribución de sus miembros.

La central de llamadas del 911 es el punto neurálgico que establece el vínculo entre la comunidad, los organismos de respuesta a las emergencias y los establecimientos públicos de atención médica. Para actuar dispone, por una parte, de los recursos (ambulancias, equipos, personal) de los miembros de la red CIREM. Por otra parte, cuenta con su propio personal calificado para responder a diferentes tipos de emergencias (médicas, psicológicas...), sistema de radio y teléfono, equipo de rescate y de primeros auxilios, ambulancias y paramédico.

Al recibir una llamada, el 911 contacta al organismo adecuado (por ejemplo, la policía, los bomberos) y envía la ambulancia más cercana al lugar. Las 16 ambulancias del CIREM[8] tienen la obligación de intervenir si son requeridas. Después de un primer diagnóstico médico comunicado por radio de una ambulancia a la central telefónica 911, esta última prepara la acogida del paciente en el establecimiento de atención médica mejor adaptado. Esto implica tomar en cuenta la localización de la emergencia, la gravedad del caso (el paciente puede ser atendido en el lugar, enviado al centro de salud más cercano o a un hospital) y la necesidad de una especialidad médica (un servicio de traumatología o de neurocirugía por ejemplo).

Para que el 911 pueda disponer en tiempo real de las informaciones de que requiere y optimizar la rapidez y la calidad de la atención de las emergencias, cada hospital debe comunicarle sus posibilidades concretas de acogida, en términos de camas y también de personal y de equipos disponibles (que pueden estar fuera de servicio por varias razones). El operador de radio del 911 informa inmediatamente al médico de emergencias de turno en el hospital sobre el estado del paciente que va a recibir, de manera que se puedan preparar los productos y equipos

6 Que posee 2 ambulancias para intervenir en las carreteras provinciales Alóag-Santo Domingo y la via a Calacalí.

7 En especial gracias al financiamiento del proyecto FASBASE por parte del Banco Mundial y del PNUD.

8 De las cuales solamente 10 están en funcionamiento (información de 2002).

necesarios. Con el mismo afán de eficacia, las instituciones del CIREM informan igualmente al 911 sobre la disponibilidad efectiva de las ambulancias.

Al presentarse una situación de emergencia que implique gran cantidad de heridos, todas las instituciones asociadas al CIREM tienen la obligación de dirigirse al lugar del siniestro. La primera institución en llegar al lugar del drama se encarga de coordinar el trabajo de los organismos de auxilio para el rescate, el «triaje»[9] y el traslado de los heridos. Dos recientes accidentes de envergadura pusieron a prueba el sistema médico de emergencia en el DMQ. Cuando ocurrió el accidente de Cubana de Aviación en 1998[10] los heridos más graves, después de una breve estancia en el hospital Pablo Arturo Suárez, fueron trasladados al Metropolitano que ofrecía mejores condiciones de acogida. Con ocasión de este dramático accidente, la colaboración de las instituciones de atención de emergencias fue eficaz[11]. Por otro lado, el sistema de emergencias del DMQ puede verse llamado a intervenir fuera del Distrito, como fue el caso cuando se produjo el accidente de Papallacta en 2001[12]. Aunque la atención médica funcionó bien, la movilización de todos los servicios de atención de emergencias para afrontar esa catástrofe dejó en cambio totalmente desprovisto al DMQ.

El análisis de los informes de saturación de los hospitales públicos emitidos por el 911 evidencia, por otro lado, la insuficiencia del sistema de atención de emergencias. Así, entre enero y junio de 2001, 119 situaciones de saturación (entre ellas 74 en el área de gíneco-obstetricia) conciernen 5 hospitales (véase cuadro 12-1). En 6 meses, la maternidad Isidro Ayora estuvo saturada en 41 ocasiones, los hospitales Enrique Garcés y Eugenio Espejo en 28 y 26 ocasiones respectivamente, lo que subraya una superación relativamente corriente de la capacidad de los establecimientos de salud.

Los datos del 911 permiten también destacar los problemas de coordinación interinstitucional, de colaboración efectiva o de superación de la capacidad de los diferentes organismos de auxilio, a través del número de no respuestas a las llamadas. Por

9 El triaje está destinado a optimizar la atención a las víctimas teniendo en cuenta los recursos disponibles; implica la identificación y la clasificación de los heridos según sus necesidades terapéuticas y las posibilidades de atención.

10 La caída del avión Tupolev de Cubana de Aviación el 29 de agosto de 1998, al norte del aeropuerto Mariscal Sucre en una zona habitada, causó la muerte de 83 personas (pasajeros, miembros de la tripulación y habitantes del sector).

11 Pese a ciertos problemas en especial en lo relativo al transporte de los cadáveres.

12 El deslave acaecido el 12 de junio de 2001 en el sector de Papallacta provocó la muerte de 38 personas y la destrucción de 120 viviendas. Originó además la rotura del Oleocuto Transecuatoriano (SOTE) y del poliducto Shushufindi-Quito.

Cuadro 12-1: Reportes de saturación de algunos hospitales del DMQ

Hospital	Reportes generales de saturación	Reportes de saturación en el área gineco-obstétrica*
Isidro Ayora	41	41
Enrique Garcés	28	19
Eugenio Espejo	26	3
Pablo Arturo Suárez	15	9
Baca Ortiz	9	2
Total	119	74

* Estos reportes se incluyen dentro de los reportes generales.

Fuente de los datos:
Reportes del 911 (período del 1 de enero al 30 de junio de 2001)

ejemplo, entre el 1 de enero y el 30 de junio de 2001, la Cruz Roja no pudo responder a la llamada del 911 en 30 ocasiones, el Cuerpo de Bomberos en 10. Esto no constituye sino una pequeña parte de las 12.879 llamadas de auxilio registradas durante este período, pero pone en evidencia el frágil equilibrio del sistema de atención de emergencias durante un período normal, equilibrio que no puede sino romperse en caso de crisis.

El sistema de atención de emergencia médica en su conjunto presenta entonces notables deficiencias que son ante todo imputables a la falta de recursos financieros y humanos. Esta situación se traduce en insuficiencias a todos los niveles (número de ambulancias, de médicos, de equipos). Ciertas especialidades son francamente deficitarias (maternidad, tratamiento de quemaduras...) y los bajos salarios en la función pública médica constituyen un problema adicional. A este panorama más bien sombrío se debe agregar una cierta debilidad de la coordinación institucional. En efecto, en el DMQ existen varios números de emergencia: una llamada al 911 puede duplicarse con una llamada directa a otras instituciones (Cruz Roja, Policía, Bomberos...). En tal caso, varias ambulancias pueden dirigirse al lugar para responder a una misma emergencia, lo que, por un lado, está lejos de ser eficaz y moviliza inútilmente recursos ya limitados. Esto evidencia problemas de coordinación y de competencia entre instituciones para obtener el reconocimiento del público y la aparición en los medios de comunicación. Además, al producirse eventos excepcionales (encuentros deportivos, conciertos, manifestaciones), un organismo puede decidir unilateralmente cubrir el evento y considerarse por tanto no disponible para atender otras emergencias. Este tipo de situación modifica la distribución espacial del sistema pre-hospitalario de emergencia y obliga a una reorganización de la distribución de las ambulancias.

Pese a los avances que representa la organización implantada en 1995, el conjunto del sistema de atención de emergencias del DMQ presenta pues muchas debilidades observables en período normal y que lógicamente pueden ampliarse en período de crisis. La capacidad del DMQ de enfrentar una situación grave que implique muchos heridos es muy insuficiente y ello incluso tomando en cuenta que los establecimientos y las ambulancias privadas pueden

ser requeridos en caso de una situación excepcional. A esta vulnerabilidad de la organización global del sistema de atención de emergencias médicas y del sistema pre-hospitalario, se suma la vulnerabilidad propia de los establecimientos de salud. El análisis que sigue se refiere en una primera fase a la vulnerabilidad estructural de los principales establecimientos de salud del DMQ, antes de considerar su vulnerabilidad funcional, la calidad de su accesibilidad y su exposición a amenazas de origen natural o antrópico. Este análisis se basa en gran parte en encuestas y visitas realizadas a tales establecimientos en 2002.

2. La vulnerabilidad estructural de los establecimientos de salud

En la hipótesis de un sismo, es fundamental considerar la vulnerabilidad estructural de las construcciones hospitalarias. En efecto, la primera condición para que un establecimiento de salud pueda acoger a los pacientes, es que el edificio en que funciona soporte las sacudidas sísmicas. Por esta razón se realizó el análisis de la sismo-resistencia de las edificaciones con la intervención —indispensable— de un ingeniero civil[13]. El diagnóstico se refiere a 27 establecimientos de salud (véase mapa 12-1). Este trabajo no tiene otra pretensión que contribuir a un balance general del estado de las construcciones; constituye sin embargo una manera de apreciar y comparar la vulnerabilidad estructural de los edificios que albergan a los principales establecimientos de salud del DMQ.

El método utilizado fue el llamado «del índice de vulnerabilidad» elaborado por investigadores italianos durante los años 1980[14] y cuyas ventajas son:

- permite atribuir a cada edificio un valor numérico llamado «índice de vulnerabilidad» y que se construye a partir de diferentes criterios que son ponderados;
- es adaptable a los datos disponibles, es decir que posibilita atenerse a una visión simplificada o entrar en los detalles, en función del número de criterios de vulnerabilidad considerados;
- ofrece la posibilidad de analizar la influencia de cada criterio de vulnerabilidad en la hipótesis de una evaluación post-sísmica de los daños, lo que permite calibrar el modelo ajustando el peso de los criterios.

El principio general del método utilizado se basa en la calificación de los edificios en 3 clases (A, B y C)

13 El Ing. César Muñoz Romero, ingeniero civil y egresado del curso de especialización en ingeniería estructural (mención Diseño sismo-resistente) de la EPN realizó este trabajo específico de análisis de la vulnerabilidad estructural de las construcciones.

14 Benedetti, D., Benzoni, G. y Parisis M.A. (1988), *Seismic Vulnerability and Risk Evaluation for Old Urban Nuclei, Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 16, p. 183-201.

para los 11 criterios de análisis considerados, correspondiendo cada uno a la evaluación de uno o varios parámetros[15]. Tal calificación permite luego, en función de una matriz previa, asignar un valor numérico y una ponderación a cada criterio.

Teniendo en cuenta los principales materiales utilizados en las construcciones hospitalarias de Quito, fue necesario referirse a dos matrices diferentes: la que va a permitir elaborar el indicador de vulnerabilidad estructural de las construcciones de hormigón armado, y la correspondiente a construcciones de mampostería no reforzada[16]. Como ejemplo, en el cuadro 12-2 se listan los criterios, los valores y las ponderaciones de la matriz establecida para las construcciones de hormigón armado que representan la mayoría de las edificaciones analizadas.

La calificación de los diferentes parámetros demandó un trabajo de observación de la estructura de las construcciones en el terreno, completado con el levantamiento de información de planos cuando era posible. Hay que insistir en el hecho de que el método utilizado permite un diagnóstico rápido y comparativo de las construcciones hospitalarias, pero que no se pudieron tener en cuenta las particularidades arquitecturales de las edificaciones, capaces de modificar el comportamiento de la estructura en caso de sismo[17].

Aplicando, para cada establecimiento y cada criterio, el valor de la matriz dado para la calificación, se calculó un índice de vulnerabilidad que fue luego ajustado a la suma máxima posible[18]. Los índices fueron posteriormente clasificados para establecer primeramente un «rango de daño» capaz de afectar a las construcciones y luego un nivel de vulnerabilidad estructural (cuadro 12-3).

Los resultados de este trabajo permitieron asignar a cada establecimiento de salud un nivel de vulnerabilidad estructural, lo que aparece en el cuadro 12-4.

De los 27 establecimientos analizados, la gran mayoría (20) no deberían sufrir daños muy importantes en caso de sismo. Uno solo presenta un grado de

---

15 Véanse más detalles sobre el método empleado en el informe no publicado: D'Ercole, R., Metzger, P., Mena, A. y Serrano, T. (2002), *Salud y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito. Análisis espacial y vulnerabilidad de los establecimientos de salud*, Programa de investigación «Sistema de Información y riesgos en el DMQ», IRD/MDMQ, 146 p. Allí se exponen, para cada uno de los criterios, las características y condiciones de calificación como A, B o C.

16 La matriz de las edificaciones de mampostería no reforzada prevé una calificación que va de A a D; los valores y las ponderaciones son diferentes a los de las construcciones de hormigón armado.

17 La forma de las columnas es, por ejemplo, un elemento de detalle de una estructura que puede influir en la resistencia de las edificaciones.

18 de modo que la ausencia de datos en el caso de ciertos criterios no influya en el resultado y todos los índices sean comparables.

Cuadro 12-2: Matriz de construcción del indicador de vulnerabilidad estructural de las edificaciones de hormigón armado

Parámetros	Calificación			Ponderación
	A	B	C	
Organización del sistema resistente	0	1	2	4
Calidad del sistema resistente	0	1	2	1
Resistencia convencional	-1	0	1	1
Posición del edificio y cimentación	0	1	2	1
Diafragmas horizontales	0	1	2	1
Configuración en planta	0	1	2	1
Configuración en elevación	0	1	3	2
Conexión entre elementos críticos	0	1	2	1
Elementos de baja ductilidad	0	1	2	1
Elementos no estructurales	0	1	2	1
Estado de conservación de la estructura	0	1	2	2

Fuente: Benedetti, D., Benzoni, G. y Parisi M.A. (1998).

Cuadro 12-3: Clasificación del los niveles de vulnerabilidad y rango de daño

Nivel de vulnerabilidad estructural	Rango de daño	Valor del índice	Características de los daños
bajo	1	0 - 15	Prácticamente no existiría daño
	2	16 - 30	Daños leves, no visibles, fisuración incipiente y daños menores en la tabiquería (mampostería o paredes no estructurales, antepechos, paneles divisores, etc). La estructura no sería dañada.
relativamente bajo	3	31 - 45	Daños moderados bajos: daños generalizados en la tabiquería, caída y/o desprendimiento de trozos de pared, daños menores en la estructura fácilmente reparables.
relativamente alto	4	46 - 60	Daños moderados altos. Destrucción de la tabiquería, volcamiento o grandes roturas en la paredes divisorias y algunos daños estructurales.
alto	5	más de 60	Daños graves, incluso colapso. Daños importantes en los elementos estructurales que ameritan reparación y eventualmente su demolición. Los edificios pueden colapsar.

Cuadro 12-4: Nivel de vulnerabilidad estructural de los establecimientos de salud de mayor importancia del DMQ

Nombre del establecimiento	Tipo de establecimiento	Número de camas	Año de construccion	Tipo de servicio	Tipo de estructura	Valor del índice	Rango de daño	Nivel de vulnerabilidad
SOLCA	Hospital	160	2000	privado	hormigón armado	14,71	1	Bajo
Metropolitano	Hospital	120	de 1978 a 1985	privado	hormigón armado	17,65	2	
Eugenio Espejo	Hospital	286	después de 1980	público	hormigón armado	17,65	2	
La Primavera	Clínica	30	1996	privado	hormigón armado	17,65	2	
Voz Andes	Hospital	72	antes de 1980	privado	hormigón armado	20,59	2	
Quito Nº 1	Hospital	220	después de 1980	exclusivo	hormigón armado	26,47	2	
Pichincha	Clínica	46	antes de 1980	privado	hormigón armado	29,41	2	
Sagrado Corazón	Hospital	200	2000	público	hormigón armado	29,41	2	
Internacional	Clínica	43	después de 1980	privado	hormigón armado	32,35	3	Relativamente bajo
Carlos Andrade Marín	Hospital	662	1969	exclusivo	hormigón armado	32,35	3	
Inglés	Hospital	65	después de 1980	privado	hormigón armado	35,29	3	
Enrique Garcés	Hospital	348	antes de 1980	público	hormigón armado	35,29	3	
Baca Ortiz	Hospital	250	1980	público	hormigón armado	35,29	3	
Yaruquí	Hospital	15	antes de 1980	público	hormigón armado	35,29	3	
Nanegalito	Hospital	15	antes de 1980	público	hormigón armado	38,24	3	
Gonzalo González[1]	Hospital	132[5]	después de 1980	público	mampostería no reforzada	40,85	3	
Pasteur	Clínica	60	1975	privado	hormigón armado	41,18	3	
Del Adulto Mayor[2]	Hospital	120[5]	antes de 1980	público	hormigón armado	41,18	3	
Gonzalo González[3]	Hospital	132[5]	1930	público	mampostería no reforzada	42,16	3	
La Villaflora	Clínica	25	1987	privado	hormigón armado	44,12	3	
Militar	Hospital	380	1970	exclusivo	hormigón armado	44,12	3	
Santa Cecilia	Clínica	27	después de 1980	privado	hormigón armado	44,12	3	
San Francisco	Clínica	20	1960	privado	hormigón armado	44,12	3	
Del Adulto Mayor[4]	Hospital	120[5]	antes de 1980	público	mampostería no reforzada	44,77	3	
San José Sur	Patronato	36	1980	público	hormigón armado	47,06	4	Relativamente alto
Nuestra Señora de Guadalupe	Clínica	73	antes de 1980	privado	hormigón armado	47,06	4	
Pablo Arturo Suárez	Hospital	180	antes de 1980	público	hormigón armado	50,00	4	
Isidro Ayora	Maternidad	179	1951	público	hormigón armado	55,88	4	
Julio Endara	Hospital	120	antes de 1980	público	mampostería no reforzada	61,00	5	Alto

(1) Parte restaurada y reforzada por el FONSAL
(2) Primera parte
(3) Parte que todavía no recibió restauración ni refuerzo
(4) Segunda parte
(5) El número de camas corresponde a las dos partes del establecimiento
Fuentes: MSP, 2001 (tipo servicio, número de camas); investigación IRD

vulnerabilidad estructural particularmente elevado: el hospital público psiquiátrico Julio Endara (mapa 12-2). En caso de sismo, este establecimiento, que alberga a 120 pacientes altamente vulnerables, puede sufrir daños importantes e incluso un colapso. Aunque es una edificación de una sola planta su vulnerabilidad se debe a la total falta de mantenimiento. Otros 4 establecimientos presentan una vulnerabilidad relativamente elevada con potenciales daños moderados a importantes en caso de un fuerte sismo. En la mayoría de establecimientos (16) la vulnerabilidad es relativamente baja, lo que significa daños potencialmente limitados a moderados en caso de sismo. Los daños no comprometerían la estructura de los edificios pero podrían perturbar seriamente el funcionamiento de los servicios.

De manera general, las estructuras de hormigón armado, que representan la mayoría de construcciones analizadas, registran índices de vulnerabilidad menores que las estructuras de mampostería no reforzada, siendo esta últimas, además, más antiguas. Sin embargo, entre los hospitales de hormigón armado se pueden observar diferencias significativas del nivel de vulnerabilidad por razones ligadas a la vez al diseño, a la antigüedad y al mantenimiento.

Las construcciones más antiguas son globalmente las más vulnerables[19], pero no siempre es el caso. Las edificaciones diseñadas desde su origen como establecimientos de atención médica son más resistentes que las que han sido acondicionadas para albergar una clínica o un hospital, pero en ciertas ocasiones (hospitales Metropolitano y Vozandes), los defectos han sido corregidos y el mantenimiento es adecuado, lo que permite que las edificaciones presenten una baja vulnerabilidad pese a su antigüedad.

El carácter público o privado de los establecimientos tiene también su importancia. En efecto, los establecimientos públicos muestran globalmente una falta de mantenimiento lo que, con el paso del tiempo, fragiliza construcciones de buena calidad, como es el caso de los hospitales Enrique Garcés y Eugenio Espejo. Por el contrario, los establecimientos privados son bien mantenidos. Como la falta de mantenimiento de las edificaciones determina su deterioro progresivo, la probabilidad de sufrir graves daños en el futuro, en especial en los grandes hospitales públicos, puede aumentar.

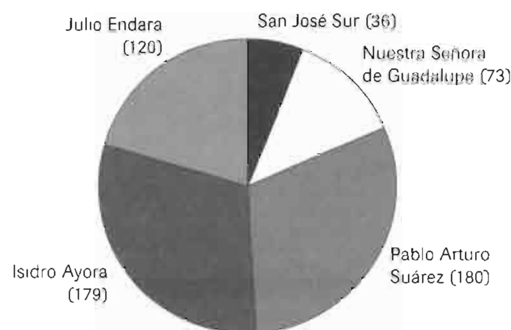
De los 8 establecimientos de salud que presentan un bajo índice de vulnerabilidad estructural, solamente 2 son públicos (Eugenio Espejo, Sagrado Corazón), uno es exclusivo (Quito N° 1). Los demás son establecimientos privados. El de SOLCA (Sociedad de

[19] En particular en edificaciones construidas antes de 1980 se detectó el uso de losas planas que permiten demasiada deformación lateral de la estructura, mientras que en las que fueron edificadas posteriormente y principalmente en las nuevas, se observó la tendencia a diseñar estructuras aporticadas, lo cual es muy positivo, debido a que este tipo de estructuras reaccionan de mejor manera ante sacudidas sísmicas.

Lucha contra el Cáncer) se destaca claramente entre los demás con una vulnerabilidad muy baja; funciona en nuevos locales desde 2000. Los hospitales Metropolitano y Vozandes emprenden regularmente acciones de refuerzo de las construcciones, así como el hospital psiquiátrico Sagrado Corazón. Entre los hospitales públicos, el Eugenio Espejo es el que presenta la menor vulnerabilidad estructural. Por otro lado, la distribución espacial relativamente equilibrada de estos 8 establecimientos con una baja vulnerabilidad estructural ofrece una buena probabilidad de que algunos sigan funcionando en caso de sismo.

Los 5 establecimientos de atención médica que presentan la mayor vulnerabilidad disponen en total de 600 camas (figura 12-1). Entre ellos se encuentra un solo hospital privado, Nuestra Señora de Guadalupe, en particular por la antigüedad de la construcción (anterior a 1980). En esta categoría, aparte del hospital Julio Endara cuyo caso ya se señaló, se ubican los grandes hospitales públicos Pablo Arturo Suárez, Isidro Ayora, San José Sur y Del Adulto Mayor. Los grandes hospitales exclusivos, CAM y Militar, presentan por su parte una vulnerabilidad estructural más bien baja, aunque mayor en el caso del segundo.

Figura 12-1: Establecimientos de salud del DMQ con la mayor vulnerabilidad estructural, según el número de camas



Fuente de los datos
MSP, 2001 (número de camas); investigación IRD (2002-2003)

3. La vulnerabilidad funcional de los principales establecimientos de salud

En 2002 se realizó una encuesta a fin de analizar la vulnerabilidad funcional de los 27 establecimientos de atención médica. Los criterios utilizados se inspiraron en los definidos por la OMS que pueden aplicarse a todo tipo de establecimiento[20]. Se agregó una

[20] Véase Organización Panamericana de la Salud (1999), *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de Salud, Programa de preparativos para situaciones de emergencia y coordinación del socorro en casos de desastres.* Se trata en especial de la disponibilidad de servicios básicos (agua, alcantarillado, energía), la existencia de un plan de emergencia, los procesos administrativos (movilización de personal, equipos y suministros, inspecciones), las relaciones de dependencia física y funcional entre las áreas del establecimiento, los sistemas de información y comunicación, la planificación del apoyo de entidades exteriores, etc.

pregunta relativa al impacto del sismo de 1987 en el funcionamiento de los establecimientos. El cuestionario aplicado se centró en la capacidad de responder a las situaciones de emergencia y permitió elaborar un cuadro con 17 parámetros, en su mayoría cualitativos, que pueden agruparse en 8 campos: atención a pacientes/organización espacial; recursos físicos básicos; organización médico-funcional; preparación general del establecimiento; preparación del personal; organización hacia el exterior; aspectos no estructurales; experiencia anterior (cuadro 12-5).

Cada parámetro fue luego objeto de una clasificación en 3 valores de vulnerabilidad (1, 2, 3 ó 1, 3, 5), permitiendo la amplitud de 1 a 5 dar un peso mayor a algunos ítems clave de la capacidad del establecimiento de enfrentar una situación de crisis. Estas variables de mayor importancia son las que dan cuenta del entrenamiento del personal, de la reserva de insumos, de la existencia de un generador eléctrico y de la cantidad de quirófanos[21]. Para cada establecimiento, la suma de los valores obtenidos en los 17 parámetros, ajustada al valor máximo posible, corresponde al indicador sintético de vulnerabilidad funcional. Los resultados detallados por criterio y por establecimiento aparecen en el cuadro 12-6 y la síntesis cartográfica de la vulnerabilidad funcional en el mapa 12-3.

La vulnerabilidad funcional de los establecimientos de salud del DMQ es globalmente alta pues 17 de los establecimientos analizados presentan un grado elevado o relativamente elevado en este aspecto, lo que significa que no tienen una organización ni una preparación sólida que les permita responder rápida y eficazmente a una situación de crisis. La repartición de las camas por grado de vulnerabilidad pone en evidencia que cerca del 50% de estas se encuentran en situación desfavorable.

Se observa nuevamente la marcada diferencia entre la situación de los hospitales privados y la de los públicos, siendo los segundos globalmente más vulnerables. En efecto, en ellos, las deficiencias más notables se refieren sobre todo a los equipos básicos para emergencias y al número de quirófanos. La vulnerabilidad funcional de los establecimientos privados subraya una cierta insuficiencia de camas disponibles y los simulacros de evacuación son apenas más frecuentes que en los establecimientos públicos. Entre las razones que permiten explicar la mayor vulnerabilidad de los hospitales públicos, se puede destacar que dada la cantidad de problemas que enfrentan en su funcionamiento cotidiano, la preparación para los desastres no puede ser una prioridad. Otro factor importante está vinculado con el modo de manejo político y financiero de esos hospitales que se refleja en la inestabilidad de la dirección[22], además de sus limitadas competencias en materia de personal y

[21] Estas variables fueron definidas con expertos en el campo de la salud y de la medicina de emergencia.

[22] Un director de hospital público permanece en su cargo 5 meses en promedio.

Cuadro 12-6: Evaluación del nivel de vulnerabilidad funcional de los establecimientos de salud de mayor importancia del DMQ

Nombre establecimiento	Atención a pacientes / Organización espacial		Recursos físicos básicos		Organización médico-funcional				Preparación general	Preparación del personal			Organización hacia el exterior		No estructural	Experiencia anterior	Total	Valor máximo	Total corregido**	Nivel de vulnerabilidad funcional
	Camas disponibles *	Espacio áreas comunes *	Agua (fuente emergencia) (Existencia, Duración) *	Generación electricidad (Existencia, Duración) *	Número de quirófanos / Camas por quirófano *	Número de quirófanos de emergencia *	Equipos de emergencia *	Reserva de insumos *	Plan emergencia (Existencia, Difusión) *	Entrenamiento del personal *	Simulacros de evacuación (Existencia, Frecuencia, Cómo) *	Simulacros de accidentes masivos (Existencia, Frecuencia) *	Comunicación no telefónica *	Cooperación con otros hospitales *	Seguridad equipos (Si/No, Cómo) *	Terremoto 1987 *				
VOZANDES	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	20	56	20	BAJO
METROPOLITANO	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	2	1	21	55	21.4	
MILITAR	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	3	3	1	1	2	1	24	53	25.4	RELATIVAMENTE BAJO
INTERNACIONAL	3	1	2	2	2	1	1	3	1	1	1	3	1	1	2	1	26	56	26	
EUGENIO ESPEJO	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	2	2	1	3	3	0	24	51	26.4	
CAM	1	1	1	1	3	1	1	5	1	1	1	2	3	3	2	1	28	56	28	
PABLO ARTURO SUÁREZ	1	1	1	1	2	3	1	3	1	1	2	3	1	1	3	2	27	54	28	
SOLCA	1	1	1	1	2	3	1	5	1	1	1	1	1	3	2	0	25	50	28	
SANTA CECILIA	2	1	1	3	2	1	1	3	1	5	3	3	1	1	2	1	31	56	31	
LA PRIMAVERA	2	1	1	3	2	3	1	3	2	1	3	3	1	1	2	0	29	52	31.2	
INGLÉS	1	1	1	1	3	3	1	3	3	1	3	3	3	1	3	1	32	53	33.8	RELATIVAMENTE ALTO
QUITO N° 1	1	1	1	2	2	1	1	5	2	5	3	3	1	3	2	1	34	56	34	
PICHINCHA	2	3	1	1	2	1	1	5	2	5	3	3	1	1	2	1	34	56	34	
YARUQUÍ	3	1	2	1	2	3	1	3	3	1	2	3	1	3	3	1	33	54	34.2	
LA VILLAFLORA	2	3	1	3	3	3	1	5	1	1	1	2	3	3	2	0	34	53	35.9	
ENRIQUE GARCÉS	1	3	1	1	3	3	1	5	2	1	2	3	1	3	3	2	35	54	36.3	
DEL ADULTO MAYOR	1	1	1	3	5	3	3	3	3	5	1	3	1	1	2	1	37	56	37	
SAGRADO CORAZÓN	1	1	1	1	5	3	3	5	1	1	3	3	1	3	2	2	36	53	38	
PASTEUR	2	3	2	1	1	3	1	5	3	5	3	3	1	1	2	1	37	54	38.4	
BACA ORTIZ	2	3	1	1	2	1	1	5	3	5	3	3	1	3	2	3	39	56	39	
GONZALO GONZÁLEZ	1	1	2	5	4	3	1	5	1	1	2	3	3	3	3	1	39	56	39	
SAN JOSE SUR	3	1	2	1	2	3	1	5	1	5	2	3	3	3	3	1	39	56	39	
NUESTRA SRA. DE GUADALUPE	2	1	1	1	5	3	3	5	1	5	3	3	1	1	3	0	38	50	42.6	ALTO
SAN FRANCISCO	3	3	1	3	2	3	1	5	3	5	3	3	3	3	2	1	44	56	44	
NANEGALITO	3	1	2	5	2	3	3	5	1	5	2	3	1	3	3	2	44	56	44	
JULIO ENDARA	2	1	1	5	5	3	3	5	3	1	3	3	3	3	2	1	44	55	44.8	
ISIDRO AYORA	3	3	3	5	2	3	1	5	3	5	3	3	1	3	3	3	49	56	49	

Situación de mayor vulnerabilidad

Situación de vulnerabilidad intermedia

Situación de menor vulnerabilidad

Sin datos o «no existía» (terremoto 1987)

Fuente: Encuesta IRD (2002)

* Valores atributos a los parámetros
1 = menor vulnerabilidad
2 = vulnerabilidad intermedia
3 = mayor vulnerabilidad
En el caso de la generación de electricidad, los quirófanos, la reserva de insumos y el entrenamiento al personal, los valores son diferentes:
1 = menor vulnerabilidad
3 = vulnerabilidad intermedia
5 = mayor vulnerabilidad

** Cuando no fue posible obtener informaciones sobre algún ítem (como las reservas de agua y su duración o el tiempo de operación del generador eléctrico) se corrigió el total realizando el cálculo en función del valor total máximo que podía obtener un establecimiento.

Cuadro 12-5: Parámetros utilizados para el análisis de la vulnerabilidad funcional de los establecimientos de salud de mayor importancia del DMQ

Atención a pacientes / organización espacial	Número de camas disponibles	Indica la posibilidad recibir pacientes en función de una disponibilidad de camas correspondiente a un período normal. Fue calculado en función de la cantidad total de camas y del porcentaje de ocupación de las mismas.
	Espacio en las áreas comunes del establecimiento	Indica la presencia de espacios libres en las áreas comunes del establecimiento y en terrenos alrededor para instalar más camas en caso de desastre.
Recursos físicos básicos	Agua	Indica la posibilidad de abastecimiento de agua potable alternativa al sistema de red pública y el tiempo de autonomía en cuanto a la disponibilidad del recurso con tal alternativa.
	Electricidad	Indica la existencia de un generador de electricidad seguro y el tiempo que podría operar la institución con esta energía de emergencia.
Organización médico-funcional	Cantidad de quirófanos	Indica el número de quirófanos habitualmente disponibles. Se cálculó también la cantidad de camas por quirófano como indicador del nivel de equipamiento del establecimiento.
	Cantidad de quirófanos de emergencia	Indica el número de quirófanos reservados para emergencias graves(1).
	Equipos de emergencia	Indica la presencia de equipos necesarios para la atención inmediata de las emergencias (rayos X, laboratorio, material de cirugía, unidad de terapia intensiva).
	Reservas de insumos	Establece si la entidad almacena grandes reservas de provisiones de emergencia incluyendo sangre, medicinas, cobijas, etc.(2)
Preparación general del establecimiento	Plan de emergencia	Indica la existencia de un plan de emergencia escrito que describe lo que se debe hacer en caso de un desastre.
	Difusión del plan de emergencia	Indica si el plan es difundido a todo el personal del establecimiento y cómo se lo difunde.
Preparación del personal	Entrenamiento del personal	Indica si el personal del establecimiento está entrenado para atender pacientes en caso de accidentes masivos.
	Simulacro de evacuación	Indica si la institución practica simulacros de evacuación y con qué frecuencia.
	Simulacro de accidentes masivos	Indica si la institución practica simulacros de accidentes masivos y con qué frecuencia.
Organización hacia el exterior	Comunicación no telefónica	La apertura hacia el exterior es fundamental en caso de emergencia. El propósito es entonces saber si en el establecimiento existe alguna manera de comunicarse con otras entidades y organismos de respuesta a la emergencia si el sistema de teléfonos normal no funciona.
	Cooperación con otros establecimientos	Indica la existencia de acuerdos entre el establecimiento encuestado y los demás establecimientos de salud para ayudar o ser ayudado durante un desastre.
Aspectos no estructurales	Seguridad equipos	Indica si la institución tiene bien sujetado el equipo costoso e importante para prevenir que se dañe en caso de un terremoto.
Experiencia anterior	Nivel de daños en el terremoto del 5 de marzo de 1987	Indica de qué manera el establecimiento fue afectado durante el terremoto de 1987. No se trata solo de daños físicos sino también del propio funcionamiento del establecimiento(3).

(1) El quirófano de emergencia no es utilizado para cirugías programadas con anterioridad sino que está reservado para casos de emergencia. Se localiza junto a los demás y recibe el mismo mantenimiento.
(2) Inicialmente se consideró el tema de los insumos globalmente pero las respuestas se concentraron más bien en las reservas de medicinas y cobijas. Ningún establecimiento tiene suficiente reserva de sangre para enfrentar una emergencia. La mayoría dependería de las reservas del banco de Sangre de la Cruz Roja Ecuatoriana.
(3) Se consideró el hecho de que algunos establecimientos no existían aún en 1987 y de que algunos fueron remodelados desde entonces. La estimación de los daños producidos por el terremoto de 1987 se realizó con base en recortes de prensa.

Fuente: Investigación IRD

capacidades de inversión. En compensación, los hospitales públicos se enfrentan diariamente a emergencias médicas, lo que refuerza su capacidad y su experiencia en este campo.

Se destaca igualmente del análisis el hecho de que los hospitales especializados presentan una vulnerabilidad funcional mayor a la de los generales. En efecto, de los 8 establecimientos de ese tipo, 7 registran una vulnerabilidad funcional relativamente alta o alta, situación tanto más preocupante cuanto que tratan pacientes en sí muy vulnerables y que no disponen de autonomía alguna para hacer frente a una situación inhabitual, como es el caso en particular de los establecimientos psiquiátricos, geriátricos y pediátricos. Los establecimientos especializados vulnerables cuentan en total con 974 camas, es decir el 20% de la oferta.

4. Acumulación de vulnerabilidad estructural y funcional

La acumulación de la vulnerabilidad estructural y de la vulnerabilidad funcional permite apreciar de manera global la vulnerabilidad de los principales establecimientos de salud del DMQ en caso de terremoto. El principio de clasificación de los hospitales se explica en el cuadro 12-7.

Los resultados de la calificación de la vulnerabilidad acumulada de los principales establecimientos de atención médica del DMQ se presentan en el mapa 12-4. Si bien 5 establecimientos presentan una vulnerabilidad baja a muy baja, más de la mitad registran una vulnerabilidad global relativamente elevada a muy elevada, situación que es un mal augurio en cuanto a su capacidad de afrontar situaciones de emergencia.

El cuadro que resume las principales características de los hospitales analizados y los diferentes índices de vulnerabilidad calculados (cuadro 12-8) confirma que la situación de los establecimientos públicos es globalmente más crítica que la de los privados y que la de los establecimientos especializados lo es más que la de los generales. En cambio, la vulnerabilidad de los hospitales exclusivos es más bien baja. Un solo hospital registra una vulnerabilidad muy elevada: el psiquiátrico Julio Endara. Estas conclusiones, relacionadas con el tamaño de los establecimientos, muestran que el 42% de las camas se sitúan en establecimientos que presentan una vulnerabilidad global elevada o relativamente elevada (véase figura 12-2).

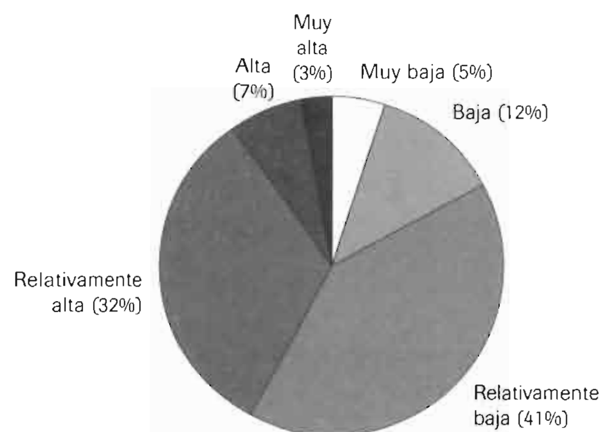
5. Accesibilidad de los hospitales: una dimensión esencial de la vulnerabilidad en caso de crisis

Además de la vulnerabilidad estructural y funcional de los establecimientos de salud más importantes de Quito, se consideró su accesibilidad como una dimensión esencial de la vulnerabilidad en caso de crisis. Esto debe verse de dos maneras. Se trata, por una parte, de la vulnerabilidad propia de

Cuadro 12-7: Criterios de calificación de los establecimientos de salud que acumulan vulnerabilidad estructural y vulnerabilidad funcional

<table>
<tr><th>Vulnerabilidad estructural</th><th>Vulnerabilidad funcional</th><th>Vulnerabilidad global</th></tr>
<tr><td>Baja</td><td>Baja</td><td>Muy baja</td></tr>
<tr><td>Baja</td><td>Relativamente baja</td><td>Baja</td></tr>
<tr><td>Baja</td><td>Relativamente alta</td><td rowspan="2">Relativamente baja</td></tr>
<tr><td>Relativamente baja</td><td>Relativamente baja</td></tr>
<tr><td>Relativamente baja</td><td>Relativamente alta</td><td rowspan="3">Relativamente alta</td></tr>
<tr><td>Relativamente alta</td><td>Relativamente baja</td></tr>
<tr><td>Relativamente alta</td><td>Relativamente alta</td></tr>
<tr><td>Relativamente baja</td><td>Alta</td><td rowspan="2">Alta</td></tr>
<tr><td>Relativamente alta</td><td>Alta</td></tr>
<tr><td>Alta</td><td>Alta</td><td>Muy alta</td></tr>
</table>

Figura 12-2: Repartición de las camas en función de la vulnerabilidad acumulada (estructural y funcional) de los establecimientos de salud



Fuente de los datos: MSP, 2001 (número de camas), investigación IRD (2002-2003)

Cuadro 12-8: Nivel de vulnerabilidad acumulada (estructural y funcional) de los establecimientos de salud de mayor importancia del DMQ

Nombre del establecimiento	Tipo de establecimiento	Número de camas	Especialidad	Tipo de servicio	Índice de vulnerabilidad estructural	Índice de vulnerabilidad funcional	Nivel de vulnerabilidad global
METROPOLITANO	Hospital	120	General	Privado	17,65	21,4	Muy bajo
VOZ ANDES	Hospital	72	General	Privado	20,59	20	
SOLCA	Hospital	160	Oncológico	Privado	14,71	28	Bajo
EUGENIO ESPEJO	Hospital	286	General	Público	17,65	26,4	
LA PRIMAVERA	Clínica	30	General	Privado	17,65	31,2	
HOSPITAL QUITO Nº 1	Hospital	220	General	Exclusivo	26,47	34	Relativamente bajo
PICHINCHA	Clínica	46	General	Privado	29,41	34	
SAGRADO CORAZÓN	Hospital	200	Psiquiátrico	Público	29,41	38	
INTERNACIONAL	Clínica	43	General	Privado	32,35	26	
CAM	Hospital	662	General	Exclusivo	32,35	28	
MILITAR	Hospital	380	General	Exclusivo	44,12	25,4	
SANTA CECILIA	Clínica	27	General	Privado	44,12	31	
INGLÉS	Hospital	65	General	Privado	35,29	33,8	Relativamente alto
YARUQUÍ	Hospital	15	General	Público	35,29	34,2	
ENRIQUE GARCÉS	Hospital	348	General	Público	35,29	36,3	
BACA ORTIZ	Hospital	250	Pediátrico	Público	35,29	39	
PASTEUR	Clínica	60	General	Privado	41,18	38,4	
GONZALO GONZÁLEZ	Hospital	132	Dermatológico	Público	42,16	39	
LA VILLAFLORA	Clínica	25	General	Privado	44,12	35,9	
DEL ADULTO MAYOR	Hospital	120	Geriátrico	Público	44,77	37	
PABLO ARTURO SUÁREZ	Hospital	180	General	Público	50	28	
SAN JOSÉ SUR	Patronato	36	General	Público	47,06	39	
NANEGALITO	Hospital	15	General	Público	38,24	44	Alto
SAN FRANCISCO	Clínica	20	General	Privado	44,12	44	
NUESTRA SEÑORA DE GUADALUPE	Clínica	73	Psiquiátrico	Privado	47,06	42,6	
ISIDRO AYORA	Hospital	179	Gineco-obstetrico	Público	55,88	49	
JULIO ENDARA	Hospital	120	Psiquiátrico	Público	61	44,8	Muy alto

Nivel de vulnerabilidad (estructural y funcional): Alto; Relativamente alto; Relativamente bajo; Bajo

Fuente de los datos (número de camas, especialidad y tipo de servicio): MSP, 2001

los establecimientos de salud y de sus ocupantes que podrían no ser accesibles cuando requieran la rápida intervención de organismos de auxilio por daños e incluso por destrucción de los edificios. Por otra parte, se trata de la vulnerabilidad del conjunto del DMQ y de su población que, durante un período de emergencia acompañado de numerosas víctimas (heridos en especial), pueden encontrarse en una difícil situación si los establecimientos de salud son poco o nada accesibles, ya sea por condiciones habituales de accesibilidad o por razones coyunturales (por ejemplo, vías de comunicación que se han tornado inoperantes debido a su obstrucción por los escombros). En este estudio de accesibilidad, que pretende ser experimental, se consideran solamente las condiciones de accesibilidad de los establecimientos en período normal, sabiendo que estas pueden agravarse con los daños provocados por un terremoto u otro evento destructor[23].

Se proponen dos análisis complementarios. El primero considera la accesibilidad de proximidad o, en otros términos, las condiciones de accesibilidad a corta distancia de los establecimientos y ello, independientemente del lugar de un posible siniestro. Sin embargo, esas condiciones son diferentes durante el día y durante la noche, por lo que se distinguirán esos dos momentos. El segundo análisis, por el contrario, contempla la existencia de siniestros bien localizados dentro del Distrito Metropolitano. Así, se procederá a un análisis de accesibilidad orientada de los establecimientos de salud desde 4 lugares supuestamente afectados por un evento destructor. La elección de esos lugares trata de responder a 4 grandes tipos de situaciones que puede vivir el Distrito: emergencia en el norte, el centro y el sur de la ciudad de Quito y emergencia en el valle de Cumbayá/Tumbaco[25]. El análisis de accesibilidad de proximidad y el análisis de accesibilidad orientada desembocan en resultados útiles en sí y que permiten, además, establecer un diagnóstico general sobre la accesibilidad de los establecimientos de salud.

Accesibilidad de proximidad de los principales establecimientos de salud del DMQ

Para evaluar la accesibilidad de proximidad de los establecimientos de salud, tanto de día como de noche, se adoptaron 4 conjuntos de criterios: la congestión de las vías de comunicación en la cercanía de los establecimientos; la calidad de las conexiones viales que permiten acceder a ellos; las condiciones físicas o, en otros términos, los factores que pueden influir (además de la congestión, considerada por

[23] Los organismos de socorro pueden entonces completar este análisis, en especial durante talleres de preparación para situaciones de crisis, partiendo de escenarios que consideren el bloqueo de tal o cual vía de comunicación, por ejemplo.

[24] Algunas centenas de metros (700 m en este estudio).

[25] El estudio de accesibilidad de los establecimientos de salud fue realizado por A. Mena, R. D'Ercole y F. Demoraes.

separado) en la velocidad de acceso a los establecimientos de salud; las condiciones de acceso inmediato a los establecimientos de salud. El cuadro 12-9 presenta el detalle de las variables consideradas.

El tratamiento de cada variable permitió llegar a un valor para cada uno de los 4 indicadores (cuadro 12-10)[26]. Se discretizó el total de estos valores (máximo teórico de 100) en 4 clases de calidad decreciente de la accesibilidad, tanto de día como de noche, lo que permitió elaborar los mapas 12-5 y 12-6.

El mapa 12-5 y el cuadro 12-10 indican que una mayoría de establecimientos de salud experimentan problemas de accesibilidad de proximidad durante el día, y más particularmente 8 de ellos que son, globalmente, los más centrales. Según los establecimientos, los problemas de accesibilidad se deben sobre todo a la congestión de las vías de comunicación (lo que es particularmente el caso de Eugenio Espejo e Isidro Ayora), a las dificultades de conexión y a las condiciones físicas de acceso (en especial Julio Endara y Gonzalo González), y a los límites que impone el acceso inmediato (Inglés, Pichincha, San José Sur, Gonzalo González y La Villaflora). Pero estos 8 establecimientos presentan problemas en gran parte de los campos considerados e incluso en todos. A esta lista de establecimientos de acceso problemático durante el día, se suman otros 9 cuya accesibilidad de proximidad es en conjunto mejor aunque problemática en ciertos campos (por ejemplo, problemas de congestión en el caso del hospital Militar, de conexión en el de La Primavera y de acceso inmediato en el de San Francisco e Internacional). Según nuestro análisis, 2 establecimientos presentan condiciones satisfactorias de accesibilidad durante el día (SOLCA y Metropolitano). Son aceptables en el caso de otros 8, entre ellos el Carlos Andrade Marín (CAM, del Seguro Social), el Hospital Quito Nº 1 o el Baca Ortiz.

Por la noche (mapa 12-6 y cuadro 12-10) la situación es muy diferente en la medida en que los problemas de congestión no existen. Los establecimientos de salud que siguen presentando sin embargo dificultades de acceso de proximidad son primeramente Gonzalo González y Julio Endara y en menor medida La Primavera, San José Sur, Pichincha y Nanegalito.

Análisis de accesibilidad orientada de los principales establecimientos de salud

Carcelén en el norte, González Suárez en el centro, Solanda en el sur y La Mandarina en el este, en la parroquia de Cumbayá, constituyeron los barrios supuestos de siniestros de gran amplitud que causarían

26 Se realizó una ponderación para dar algo más de peso a la congestión de las vías de comunicación y un poco menos al acceso inmediato a los establecimientos. El total de los valores correspondiente a los 4 indicadores indica el grado de accesibilidad de proximidad. En el caso de la situación en la noche, se atribuyó un valor 0 de congestión a cada establecimiento pues, en condiciones normales, tal dificultad es inexistente.

Cuadro 12-9: Variables utilizadas para la evaluación de la accesibilidad de proximidad de los principales establecimientos de salud del DMQ

Congestión de las vías de comunicación a proximidad de los establecimientos
Porcentaje de vías congestionadas en un radio de 700 m
Posibilidades de circulación pese al tráfico*
Importancia del tráfico en la calle que permite acceder al establecimiento
Calidad de las conexiones viales a proximidad de los establecimientos
Número de entradas posibles en un radio de 700 m
Tipo de conexión desde la calle principal más cercana**
Existencia de vías alternativas para acceder al establecimiento
Sentido de circulación de la calle donde se ubica el establecimiento (una o doble vía)
Condiciones físicas de acceso a los establecimientos
Pendiente promedio en un radio de 700 m
Estado de la calle que permite el acceso al establecimiento
Número de carriles de la vía donde se ubica el establecimiento
Acceso inmediato a los establecimientos
Número de salidas y entradas del establecimiento
Capacidad del lugar de estacionamiento

* Indica si los sitios congestionados tienen alternativas de circulación (es decir si las calles son suficientemente amplias para permitir, en particular, el desplazamiento de ambulancias).
** La conexión es directa si el establecimiento se sitúa en la calle principal, indirecta en los demás casos (en esta hipótesis, se debe recorrer un número más o menos importante de calles para acceder al hospital en una distancia más o menos larga).

Fuente: Investigación IRD (2002-2003)

numerosas víctimas y harían necesaria la movilización de varios hospitales. Estos escenarios permitieron proceder a un estudio de accesibilidad orientada de los principales establecimientos de salud del DMQ, o, en otros términos, un estudio de la mayor o menor facilidad de llegar a ellos desde los lugares siniestrados, en especial para el transporte de emergencia de los heridos.

Cuadro 12-10: Evaluación de la accesibilidad de proximidad de los principales establecimientos de salud del DMQ, de día y de noche

Nombre del establecimiento	Valor congestión (sobre 30)	Valor conexión (sobre 25)	Valor condiciones físicas (sobre 25)	Valor acceso inmediato (sobre 20)	Valor total accesibilidad de proximidad (de día)	Valor total accesibilidad de proximidad (de noche)*
SOLCA	4	10,7	8,3	6,7	29,7	25,7
METROPOLITANO	4	14,3	8,3	6,7	33,3	29,3
CAM	12	12,5	8,3	4,4	37,3	25,3
QUITO Nº 1	4	14,3	10,4	8,9	37,6	33,6
BACA ORTIZ	16	7,1	10,4	4,4	38	22
PABLO ARTURO SUÁREZ	8	12,5	12,5	6,7	39,7	31,7
SAGRADO CORAZÓN	4	14,3	8,3	13,3	40	36
PASTEUR	14	10,7	8,3	11,1	44,2	30,2
DEL ADULTO MAYOR	4	12,5	14,6	13,3	44,4	40,4
NUESTRA SEÑORA DE GUADALUPE	12	10,7	6,3	15,6	44,5	32,5
YARUQUÍ	4	14,3	8,3	20,0	46,6	42,6
VOZANDES	16	12,5	12,5	6,7	47,7	31,7
MILITAR	22	8,9	12,5	4,4	47,9	25,9
ENRIQUE GARCÉS	8	19,6	16,7	4,4	48,8	40,8
SANTA CECILIA	12	16,1	12,5	8,9	49,5	37,5
NANEGALITO	4	14,3	16,7	15,6	50,5	46,5
INTERNACIONAL	14	12,5	6,3	20,0	52,8	38,8
LA PRIMAVERA	4	19,6	14,6	15,6	53,8	49,8
SAN FRANCISCO	16	10,7	8,3	20,0	55	39
INGLÉS	14	16,1	8,3	20,0	58,4	44,4
JULIO ENDARA	4	21,4	20,8	13,3	59,6	55,6
EUGENIO ESPEJO	30	12,5	8,3	8,9	59,7	29,7
ISIDRO AYORA	24	12,5	8,3	15,6	60,4	36,4
PICHINCHA	12	16,1	12,5	20,0	60,6	48,6
SAN JOSÉ SUR	14	14,3	14,6	20,0	62,9	48,9
GONZALO GONZÁLEZ	4	19,6	20,8	20,0	64,5	60,5
LA VILLAFLORA	26	12,5	12,5	20,0	71	45

* De noche el valor total corresponde a la suma de los valores de la conexión, de las condiciones físicas y del acceso inmediato a los establecimientos. El valor de congestión se reduce a 0 para todos los establecimientos.

ACCESIBILIDAD: buena / relativamente buena / relativamente mala / mala

Fuente: Investigación IRD (2002-2003)

Para este análisis se consideraron 5 tipos de criterios: la distancia por vía terrestre entre el lugar del siniestro y los establecimientos de salud; las alternativas viales posibles; la existencia de obstáculos que disminuyen la velocidad del desplazamiento; las características físicas de las vías de comunicación y la accesibilidad de proximidad de los establecimientos analizada anteriormente (cuadro 12-11).

El tratamiento de cada una de estas variables permitió, como en el caso de la accesibilidad de proximidad, atribuir un valor a cada uno de los 5 indicadores[27] y la discretización de la suma de tales valores en cinco clases desembocó en los mapas 12-7A a 12-7D relativos a la accesibilidad orientada durante el día[28]. Del análisis de estos mapas se pueden sacar dos conclusiones.

En primer lugar, un siniestro que concierne la parte central de la ciudad (del tipo «González Suárez», mapa 12-7A) plantearía, en teoría, menos problemas que un siniestro que se produjera en el sur o el norte de Quito y sobre todo en los valles orientales desde donde serían inevitables largos desplazamientos para llegar a los principales establecimientos de salud. La situación sería peor en la hipótesis de un siniestro que ocurriera en parroquias aún más alejadas de la parte central de Quito donde se concentran los principales establecimientos de salud del Distrito y más del 90% de las camas de hospitalización. En cambio, un evento destructor en la parte central de la ciudad podría dañar numerosos establecimientos indispensables para el manejo de crisis. Así, el DMQ podría encontrarse más o menos desprovisto de sus centros de atención médica habituales. La conclusión es evidente y se resume en una urgente necesidad de desconcentración de los establecimientos de salud, no solamente para afrontar una situación de crisis en condiciones aceptables sino también, en tiempo normal, para atender eficazmente las necesidades del conjunto de la población del Distrito.

En segundo lugar, la accesibilidad no es proporcional a la distancia por vía terrestre y menos aún a la distancia a vuelo de pájaro, lo que muestran la mayoría de mapas. Las condiciones de circulación y en especial la congestión hace a veces difícil el acceso a un establecimiento de salud relativamente cercano al lugar de un siniestro en relación con otro sensiblemente más alejado. Esto es visible en los mapas 7A a 7C que muestran los efectos en la accesibilidad de la congestión habitual del sector que va del sur de La Carolina a La Alameda. Los establecimientos de

27 Se realizó una ponderación a fin de dar mayor importancia a la distancia que separa a los lugares de siniestro de los establecimientos de salud (véase cuadro 12-11), para simultáneamente preservar la lógica de una accesibilidad globalmente proporcional a la distancia e incluir otras variables que van a aumentar o, por el contrario, disminuir la velocidad de desplazamiento.

28 La discretización en 5 clases se aplicó a todos los valores permitiendo la elaboración de los 4 mapas. Los diferentes grados de accesibilidad que aparecen en cada uno presentan pues las mismas características, siendo posible compararlos.

Cuadro 12-11: Variables consideradas para la evaluación de la accesibilidad orientada de los principales establecimientos de salud del DMQ

CRITERIOS	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN
Distancia que separa al establecimiento del lugar del siniestro	4
Distancia por vía terrestre	
Alternativas viales	1
Cantidad de vías alternas para acceder desde el sitio de la emergencia hasta un determinado establecimiento de salud	
Obstáculos que aplazan el desplazamiento entre el lugar del siniestro y los establecimientos	1
Congestión de las vías de comunicación	
Obstáculos a rodearse (centro histórico, aeropuerto, La Carolina, Ecovía, línea del trolebús, quebradas)	
Elementos que frenan los desplazamientos (peajes, intersecciones semaforizadas, tramos no prioritarios, redondeles)	
Características físicas de las vías de comunicación	1
Pendiente	
Sinuosidad	
Existencia de vías exclusivas y longitud en relación con la distancia a recorrerse	
Accesibilidad de proximidad a los establecimientos	1
Véanse las variables consideradas en el cuadro 12-9	

Fuente: Investigación IRD (2002-2003)

salud que allí se encuentran son menos accesibles que otros ubicados más al oeste, cerca de la Vía Occidental, en sectores de circulación un tanto más fluida. Más puntualmente, otros factores pueden intervenir para modular la distancia real entre el lugar del siniestro y los establecimientos de atención

médica, como la ausencia de alternativas viales, los obstáculos a rodearse o incluso las condiciones de accesibilidad de proximidad que permiten diferenciar claramente los establecimientos de salud (véanse los mapas 12-5 y 12-6).

Accesibilidad general de los establecimientos de salud

Los 4 lugares de siniestro tomados en consideración para evaluar la accesibilidad orientada de los principales establecimientos de salud del DMQ no son sino algunos de los lugares posibles al interior del Distrito. Por su localización (centro, sur, norte y este), son sin embargo bastante representativos de los lugares de crisis que podrían afectarlo. Por ello, a partir de los 4 escenarios, se intentó hacer una clasificación de los establecimientos de salud según un grado de accesibilidad que se puede calificar de general.

Los valores que permiten la clasificación corresponden al promedio de los atribuidos a cada establecimiento por cada escenario, ajustado a 100. El cuadro 12-12 presenta dicha clasificación (de día, de noche y globalmente[29]) e indica que en todos los escenarios contemplados (y probablemente en la gran mayoría de escenarios posibles) tres establecimientos son muy difícilmente accesibles (Julio Endara, Yaruquí y Nanegalito) y otros 4 poco accesibles (Del Adulto Mayor, Pablo Arturo Suárez, Sagrado Corazón y La Primavera). Su localización presenta sin embargo la ventaja de permitirles atender sectores bastante alejados de la parte central de Quito, lo que puede ser sumamente útil en la hipótesis de un siniestro que se produjera en el sector donde están ubicados[30]. Los otros establecimientos, concentrados esencialmente en la parte central de la ciudad, con excepción de Enrique Garcés, La Villaflora, San José Sur y SOLCA (mapa 12-8), son relativamente similares en materia de accesibilidad general. No obstante son posibles ciertas distinciones que destacan las mejores condiciones de accesibilidad de los establecimientos Baca Ortiz, Santa Cecilia, CAM, Metropolitano, Militar, Pichincha y Quito N° 1, reuniendo estos últimos más de 1.700 camas, es decir cerca del 38% de las camas de hospitalización disponibles en el DMQ.

[29] Promedio de los valores correspondientes a la accesibilidad de día y de noche.

[30] Es importante anotar sin embargo que algunos de estos establecimientos son especializados (un geriátrico: Del Adulto Mayor; 2 psiquiátricos: Sagrado Corazón y Julio Endara) por lo que su aporte, en caso de crisis, sería limitado.

Cuadro 12-12: Clasificación de los principales establecimientos de salud del DMQ según la calidad de su accesibilidad general

Establecimiento de salud	Valor accessibilidad de día	Valor accessibilidad de noche	Valor accessibilidad global
Baca Ortiz	46,7	41,5	44,1
Santa Cecilia	46,7	41,7	44,2
CAM	46,9	42,1	44,5
Metropolitano	47,1	42,8	44,9
Militar	48,6	41,5	45,1
Pichincha	47,9	42,4	45,2
Quito Nº 1	47,3	43,1	45,2
San Francisco	48,7	43,1	45,9
Pasteur	49,1	43,4	46,2
Enrique Garcés	48,8	43,9	46,3
Inglés	49,0	43,8	46,4
Nuestra Señora de Guadalupe	49,3	43,6	46,5
Vozandes	49,6	43,5	46,5
La Villaflora	51	43,2	47,1
Internacional	50,4	44,3	47,4
Isidro Ayora	51,2	43,6	47,4
Eugenio Espejo	52,3	43,7	48
SOLCA	50,6	45,6	48,1
San José Sur	51,1	45,2	48,2
Gonzalo González	51,2	46,1	48,7
Del Adulto Mayor	53,5	48,6	51,1
Pablo Arturo Suárez	53,8	48,7	51,2
Sagrado Corazón	54	49,6	51,8
La Primavera	54,2	49,9	52
Julio Endara	62,8	58,6	60,7
Yaruquí	81,5	77,2	79,4
Nanegalito	87,3	83	85,1

Los valores atribuidos a los establecimientos corresponden al promedio de los asignados a cada uno para cada escenario que permitió la evaluación de la accesibilidad orientada.

Fuente: Investigación IRD (2002-2003)

6. Establecimientos de salud y amenazas

Fuera de las dificultades propias del sistema ecuatoriano de atención médica y que desembocan regularmente en parálisis parciales pero durables de los establecimientos de salud[31], las perturbaciones en el funcionamiento de estos establecimientos e incluso su total interrupción puede estar vinculada a eventos exteriores de origen natural o antrópico. La exposición a tales amenazas constituye una vulnerabilidad que las debilidades analizadas anteriormente (de las estructuras, funcionales, problemas de accesibilidad) no pueden sino exacerbar.

Una de las principales amenazas que deben temer los hospitales es la sísmica. El terremoto del 5 de marzo de 1987 provocó graves perturbaciones en diversos establecimientos de Quito, en especial el Baca Ortiz donde los daños en techos y paredes hicieron necesaria la evacuación de los niños hospitalizados, y el Isidro Ayora donde hubo cuarteos y los servicios básicos dejaron de funcionar. Otros hospitales fueron igualmente afectados como el Enrique Garcés, Pablo Arturo Suárez y Sagrado Corazón. Por su lado, los techos y paredes de la estructura antigua del Eugenio Espejo sufrieron cuarteos y desplomes[32]. Estos ejemplos, y también muchos otros en el mundo, indican que un sismo relativamente poco violento puede bastar para interrumpir el funcionamiento de un establecimiento de salud. Además, un edificio puede quedar de pie luego de un sismo, pero estar inhabilitado para prestar atención médica debido a daños no estructurales[33] aun cuando no exista un riesgo directo para las personas.

El análisis de la vulnerabilidad estructural y funcional de los principales establecimientos de atención médica del DMQ permitió observar que algunos de ellos pueden sufrir serias perturbaciones incluso en caso de un sismo moderado. Este análisis puede completarse relacionando la vulnerabilidad de los

31 Citemos, por ejemplo, las huelgas, a nivel nacional, de los médicos y paramédicos, de diciembre 2000, julio 2001 y marzo 2004. Algunas han durado varias semanas. De manera general, durante este tipo de situación, la atención al público se limita a las emergencias, mientras que los servicios de consulta externa permanecen paralizados. En los servicios de urgencias no se dispone de todo el personal asignado, pero se mantiene el número básico de profesionales para que se pueda garantizar la atención al paciente.

32 El nuevo edificio del Eugenio Espejo reemplazó al antiguo en 1993. Este, completamente abandonado fue, por otra parte, víctima de un incendio en enero de 2004. En razón de su valor arquitectural, actualmente el FONSAL trata de recuperarlo.

33 El término «no estructural» se refiere a aquellos componentes de un edificio que están unidos a las partes estructurales (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.), que cumplen funciones esenciales en el edificio (plomería, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc.) o que simplemente están dentro de las edificaciones (equipos médicos, equipos mecánicos, muebles, etc.) —véase Organización Panamericana de la Salud (1999)—.

establecimientos de salud con su localización en espacios más o menos sensibles a los sismos según las características del suelo[34]. Así, el mapa 12-9 indica que dos establecimientos de salud (Nuestra Señora de Guadalupe y San Francisco) reúnen las condiciones más desfavorables. La situación es apenas mejor tratándose de otros 5 establecimientos (Inglés, Pablo Arturo Suárez, Pasteur, San José Sur y La Villaflora). Otros se ubican en espacios menos desfavorables en el plano sísmico pero presentan una alta vulnerabilidad tanto estructural como funcional, lo que es el caso particularmente de Julio Endara e Isidro Ayora.

La amenaza sísmica no es la única que atañe a los establecimientos de salud del DMQ. Así, el mapa 12-10 indica que 12 hospitales de los 27 están expuestos a al menos 3 tipos de amenazas, y 3 de ellos a al menos 5 tipos[35]. El mapa 12-11 considera el nivel de peligro que presenta cada amenaza, lo que permitió establecer un grado sintético de exposición[36]. Entre los establecimientos más expuestos se encuentra el CAM, Santa Cecilia e Inglés, a los que se suma el hospital Quito N° 1, expuesto a menos amenazas, pero en todos los casos el nivel de peligro es elevado.

Conclusión: el 44% de las camas en situación de vulnerabilidad

El análisis de la vulnerabilidad de los 27 establecimientos más importantes del DMQ muestra situaciones contrastadas según los hospitales y las diferentes formas de vulnerabilidad consideradas. La vulnerabilidad de estos establecimientos se basa en una exposición a las amenazas globalmente elevada (en términos ya sea de diversidad o de intensidad) y una de las que más se debe temer es probablemente la amenaza sísmica. El sismo de 1987 fue sentido de manera moderada en Quito pero los daños fueron muy significativos en el campo del patrimonio histórico y artístico, y también en el de la salud. Varios hospitales fueron dañados y su funcionamiento seriamente perturbado en ciertos casos, incluso con daños menores. Un evento de mayor intensidad provocaría graves problemas a nivel del Distrito en la medida en que, como se vio, varios establecimientos presentan debilidades estructurales significativas, en especial en el sector público donde la antigüedad de los edificios y la falta de mantenimiento van a menudo de la mano. La falta de mantenimiento no puede, con el paso del tiempo, sino

34 Véase el punto 2 del capítulo 3 y el mapa 3-3.

35 Las amenazas son las analizadas en el capítulo 3 (volcánica, sísmica, geomorfológica, hidroclimática, morfoclimática, vinculada al almacenamiento y transporte de productos peligrosos). El mapa 12-10 presenta el número de amenazas de nivel moderado y elevado.

36 El método que posibilitó la elaboración del grado sintético de exposición a las amenazas de los establecimientos de salud es idéntico al utilizado en el caso de los elementos esenciales del sistema eléctrico (véase el capítulo 5).

fragilizar construcciones de buena calidad, como es el caso de los hospitales Eugenio Espejo o Enrique Garcés. Por otro lado, en la hipótesis de un sismo que afecte gravemente la parte central de Quito, el Distrito podría verse privado de lo esencial de su aparato médico en la medida en que la mayoría de establecimientos se concentran allí.

A los problemas de distribución geográfica de los hospitales, de exposición a las amenazas y de estructura de los edificios se suman vulnerabilidades ligadas a la accesibilidad de los establecimientos de salud y a su preparación para enfrentar situaciones de crisis. El análisis de accesibilidad de los hospitales realizado es experimental. Permitió poner en evidencia dificultades de acceso de proximidad así como las sensibles diferencias que pueden existir según una emergencia se presente de día o de noche. El análisis de accesibilidad orientada, en función de 4 lugares de emergencia posibles, mostró que la accesibilidad de los hospitales puede ser muy variable según los casos. Sin embargo, en las condiciones actuales de repartición de los establecimientos de salud, son los centrales los que, con ciertos matices vinculados a las condiciones locales de accesibilidad, son globalmente los más accesibles, independientemente del lugar de la emergencia. No obstante, esto no excluye largos trayectos debido a la casi inexistencia de hospitales dignos de tal nombre fuera de Quito y ello más particularmente en las parroquias del norte en pleno desarrollo, como Calderón, o en las de los valles orientales.

Una adecuada preparación para enfrentar una crisis puede reducir sensiblemente los efectos de un evento destructor. Los establecimientos de salud tienen un papel esencial que desempeñar durante una crisis, a la vez porque acogen habitualmente a personas ya vulnerables por su estado de salud y porque son llamados a desarrollar un dispositivo excepcional de atención médica en caso de afluencia de personas heridas o traumatizadas. Tal vez más que cualquier otra institución, las de atención médica deben estar en capacidad de manejar situaciones de emergencia en las mejores condiciones posibles. Ahora bien, se constata que muy pocos establecimientos presentan condiciones aceptables de preparación para crisis. En ciertos casos es incluso totalmente inexistente. En tales condiciones, el establecimiento de salud, lugar de atención medica, de auxilio o de confortación para la población del Distrito, puede convertirse, por el contrario, en una carga durante un evento grave.

Todas estas debilidades, en las que se basa la vulnerabilidad de los principales establecimientos de salud del Distrito, se acumulan. Es lo que trata de demostrar el cuadro 12-13 que resume, para cada hospital, las 4 formas de vulnerabilidad analizadas[37].

[37] En el caso de la accesibilidad, se utilizaron dos resultados complementarios de nuestras investigaciones, uno relativo a la accesibilidad de proximidad, el otro a la accesibilidad global producto del análisis de accesibilidad orientada. Un índice combinado de accesibilidad reúne los dos tipos de información.

Cuadro 12-13: Resumen de las diferentes formas de vulnerabilidad de los principales establecimientos de salud del DMQ y síntesis

Nombre establecimiento	Valor de vulnerabilidad estructural	Valor de vulnerabilidad funcional	Valor de exposición a amenazas	Valor accesibilidad de proximidad (de día)	Valor accessibilidad global	Valor accesibilidad combinada (sobre 16)	Valor vulnerabilidad acumulada	Grado de vulnerabilidad acumulada	Número de camas
Julio Endara	16	16	1	16	16	16	49	Muy alta	120
Inglés	4	9	16	16	1	8,5	37,5	Alta	393
Nuestra Señora de Guadalupe	9	16	9	4	1	2,5	36,5		
Isidro Ayora	9	16	1	16	4	10	36		
Nanegalito	4	16	1	9	16	12,5	33,5		
La Villaflora	4	9	9	16	4	10	32		
San José Sur	9	9	4	16	4	10	32		
Santa Cecilia	4	4	16	9	1	5	29	Relativamente alta	1422
San Francisco	4	16	4	9	1	5	29		
Quito Nº 1	1	9	16	4	1	2,5	28,5		
Pablo Arturo Suárez	9	4	9	4	9	6,5	28,5		
Pichincha	1	9	9	16	1	8,5	27,5		
CAM	4	4	16	4	1	2,5	26,5		
Yaruquí	4	9	1	9	16	12,5	26,5		
Gonzalo González	4	9	1	16	4	10	24		
Del Adulto Mayor	4	9	4	4	9	6,5	23,5		
Sagrado Corazón	1	9	4	4	9	6,5	20,5	Relativamente baja	901
Baca Ortiz	4	9	4	4	1	2,5	19,5		
Pasteur	4	9	4	4	1	2,5	19,5		
Enrique Garcés	4	9	1	9	1	5	19		
Internacional	4	4	4	9	4	6,5	18,5		
Eugenio Espejo	1	4	1	16	4	10	16	Baja	768
La Primavera	1	4	1	9	9	9	15		
Militar	4	4	1	9	1	5	14		
Vozandes	1	1	4	9	1	5	11		
SOLCA	1	4	1	1	4	2,5	8,5	Muy baja	280
Metropolitano	1	1	1	1	1	1	4		

Grado de vulnerabilidad para las 4 formas analizadas



Elevada a muy elevada
Relativamente elevada
Relativamente baja
Baja

Fuente: Investigación IRD (2000-2003)

Así, se pueden identificar los principales puntos de debilidad en la perspectiva de acciones de reducción de los riesgos. Una síntesis numérica resultado de la suma de los valores atribuidos a cada una de las formas de vulnerabilidad[38] posibilita la identificación de los establecimientos con los que se puede contar en caso de crisis y aquellos que, por el contrario, pueden plantear más problemas de los que pueden resolver. El mapa 12-12 localiza esos establecimientos distinguiéndolos según un grado de vulnerabilidad acumulada.

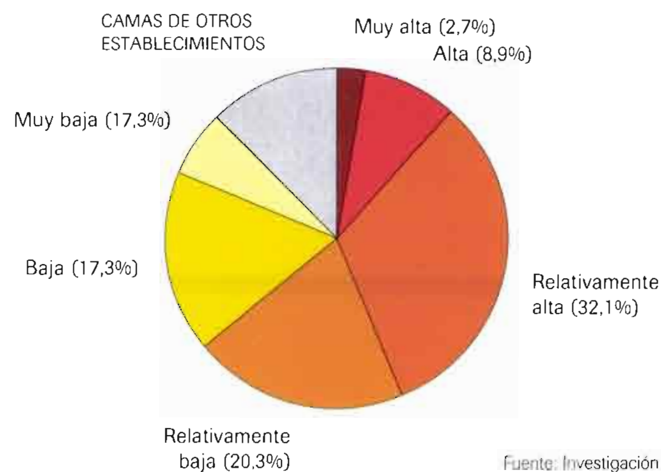
En un extremo figuran establecimientos tales como Julio Endara, Inglés, Nuestra Señora de Guadalupe, Isidro Ayora, Nanegalito, La Villaflora y San José Sur que acumulan varias formas de vulnerabilidad y que serían por tanto poco confiables, en el estado actual, en la hipótesis de una emergencia de gran amplitud. Otros 9 hospitales presentan una vulnerabilidad de conjunto un tanto menor pero significativa. Todos estos reúnen 1.935 camas es decir cerca del 44% de las camas del Distrito (figura 12-3).

[38] Cada forma de vulnerabilidad agrupa a los establecimientos de salud según 4 grados de vulnerabilidad producto de los análisis presentados en este capítulo. Una ponderación realizada siguiendo una progresión según el método de los cuadrado permite destacar más claramente las mayores vulnerabilidades (valor 1 para las menores, 16 para las más altas). La suma de los valores que corresponden a las 4 formas de vulnerabilidad da un valor de vulnerabilidad acumulada, discretizado a su vez en 6 clases.

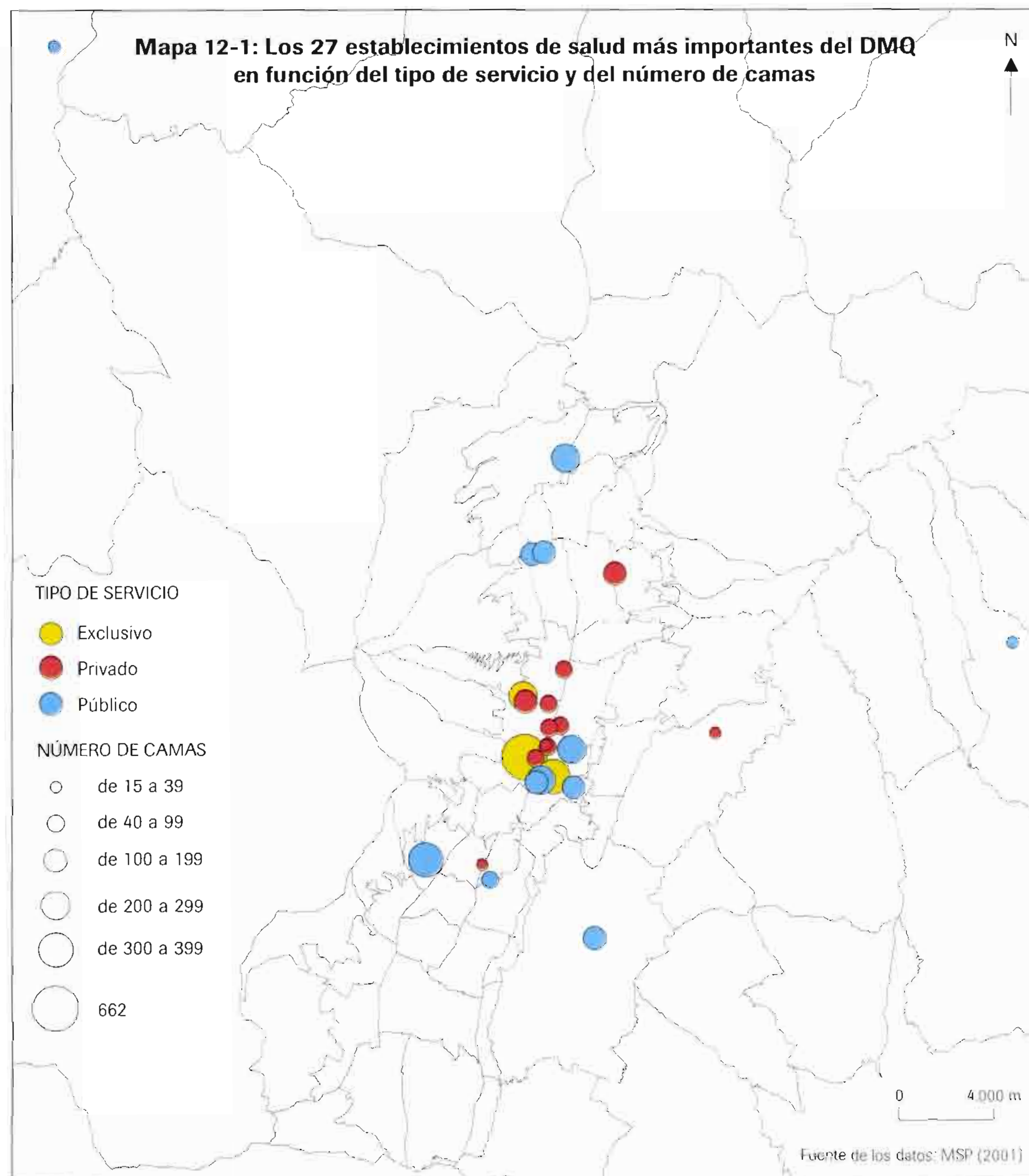
En el otro extremo aparecen establecimientos que presentan relativamente pocas debilidades, en especial Metropolitano, SOLCA, Vozandes, Militar, La Primavera y Eugenio Espejo. De estos 6, uno solo es público (Eugenio Espejo), otro exclusivo (Militar). Reúnen apenas algo más de 1.000 camas, es decir menos de un cuarto de las camas de internación disponibles en el DMQ. Los demás, caracterizados por una vulnerabilidad relativamente baja, presentan situaciones intermedias con vulnerabilidades bastante marcadas en al menos uno de los campos considerados en el estudio.

Como se señaló desde el inicio de este capítulo, la situación de conjunto del sistema de atención medica en el DMQ es precaria en época normal. El análisis de vulnerabilidad efectuado indica que puede ser dramática en período de crisis. En efecto, el conjunto del sistema de emergencias médicas presenta deficiencias notables y son muy pocos los establecimientos de salud suficientemente confiables y capaces de aportar una contribución significativa al manejo de una crisis de gran amplitud dentro del Distrito.

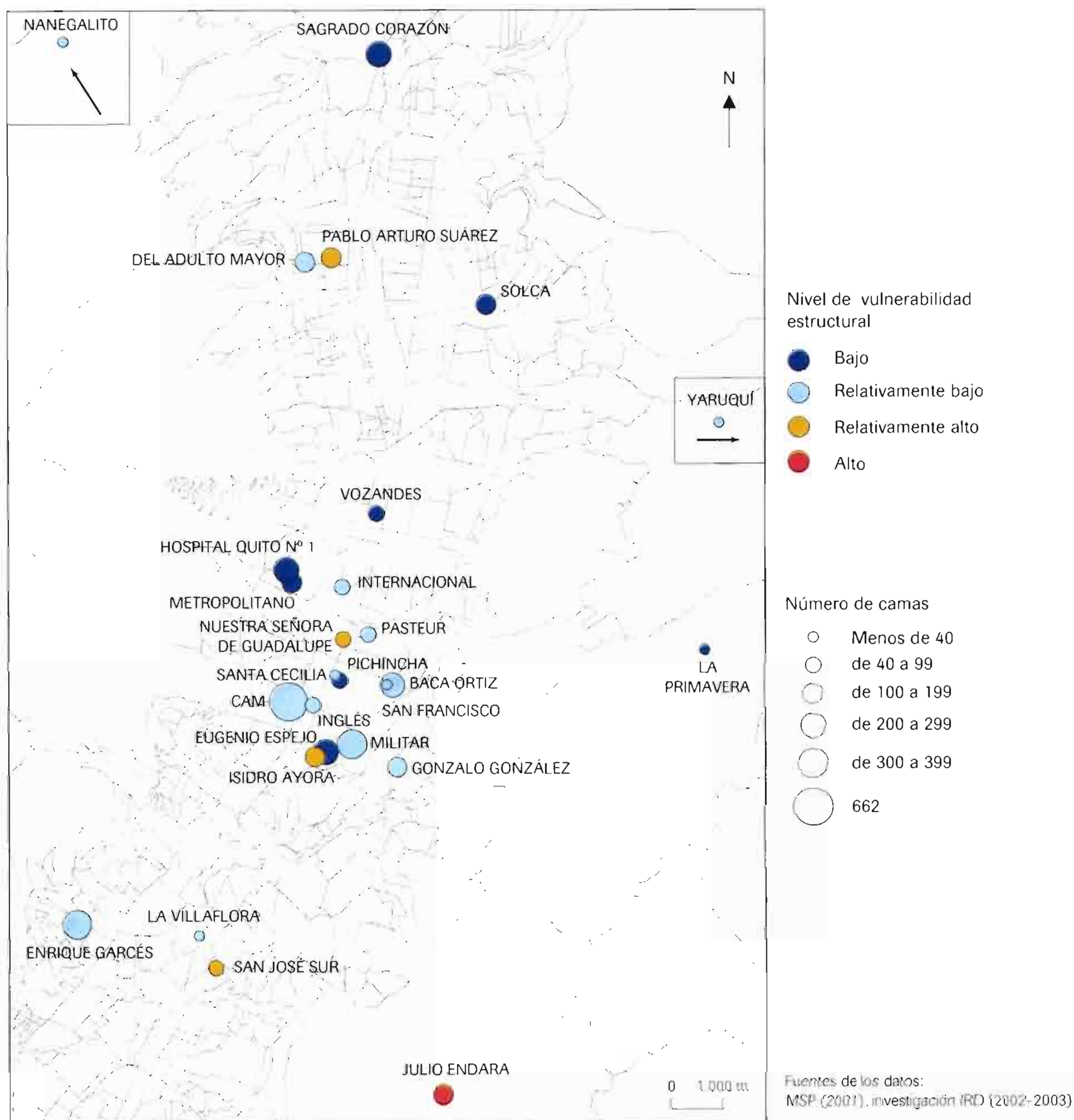
Figura 12-3
Porcentaje de camas en relación con todas las camas disponibles en el DMQ según el tipo de vulnerabilidad acumulada



Fuente: Investigación IRD (2002-2003)

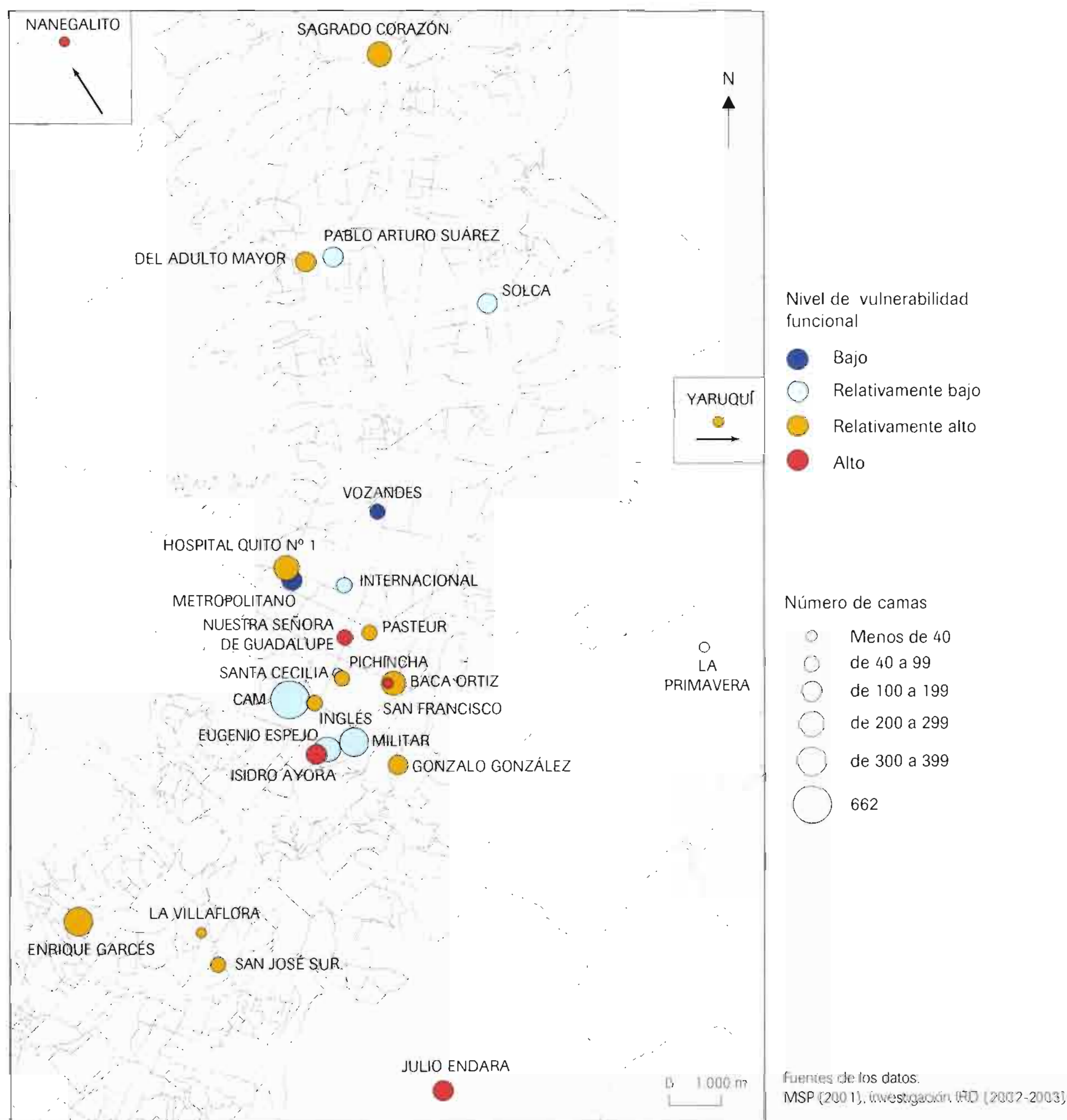

Mapa 12-1: Los 27 establecimientos de salud más importantes del DMQ
en función del tipo de servicio y del número de camas
N
TIPO DE SERVICIO
Exclusivo
Privado
Público
NÚMERO DE CAMAS
de 15 a 39
de 40 a 99
de 100 a 199
de 200 a 299
de 300 a 399
662
0
4 000 m
Fuente de los datos: MSP (2001)

Mapa 12-2: Nivel de vulnerabilidad estructural de los 27 establecimientos de salud más importantes del DMQ



Fuentes de los datos:
MSP (2001), investigación IRD (2002-2003)

Mapa 12-3: Nivel de vulnerabilidad funcional de los 27 establecimientos de salud más importantes del DMQ



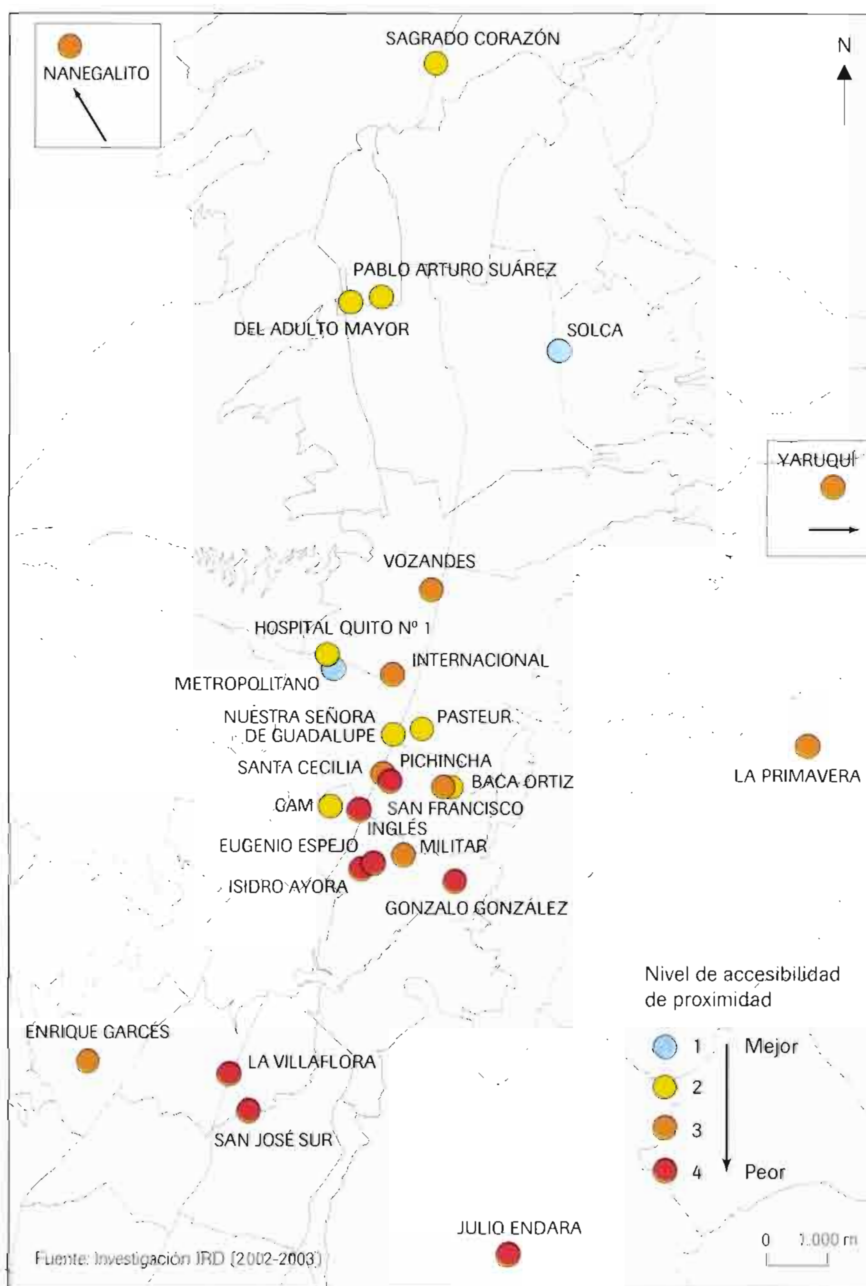
Fuentes de los datos:
MSP (2001), investigación IRD (2002-2003)

Mapa 12-4: Nivel de vulnerabilidad acumulada (estructural y funcional) de los 27 establecimientos de salud más importantes del DMQ

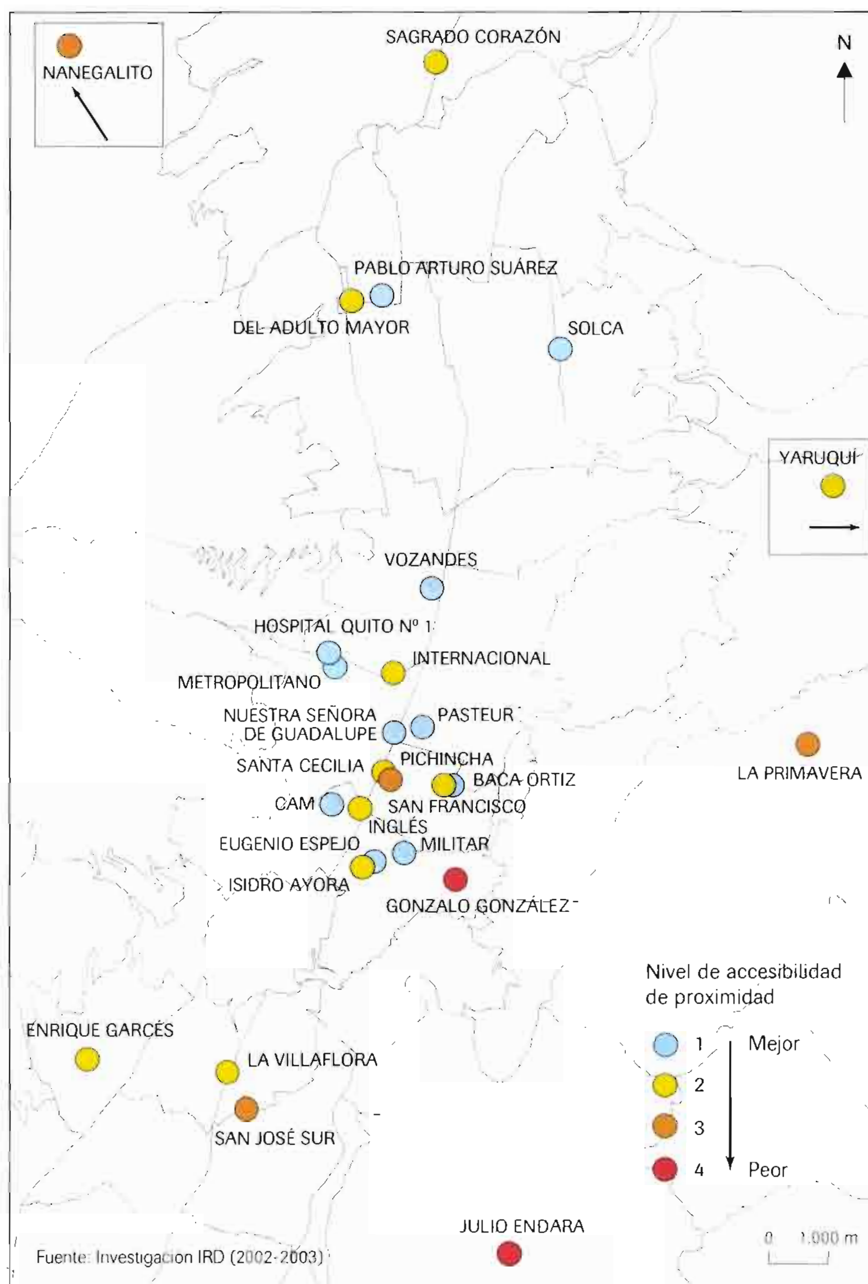


Fuentes de los datos:
MSP [2001], investigación IRD (2002-2003)

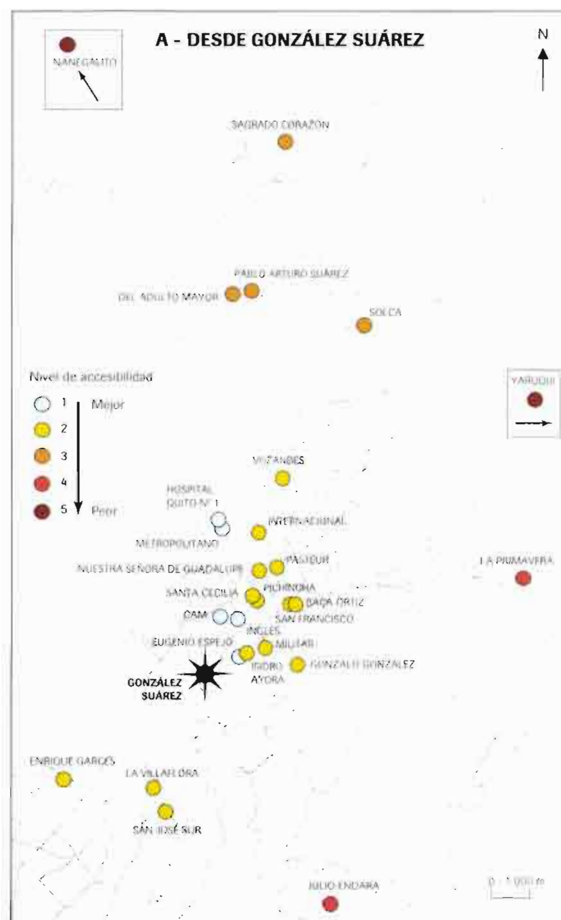
Mapa 12-5: Nivel de accesibilidad de proximidad durante el día de los principales establecimientos de salud del DMQ

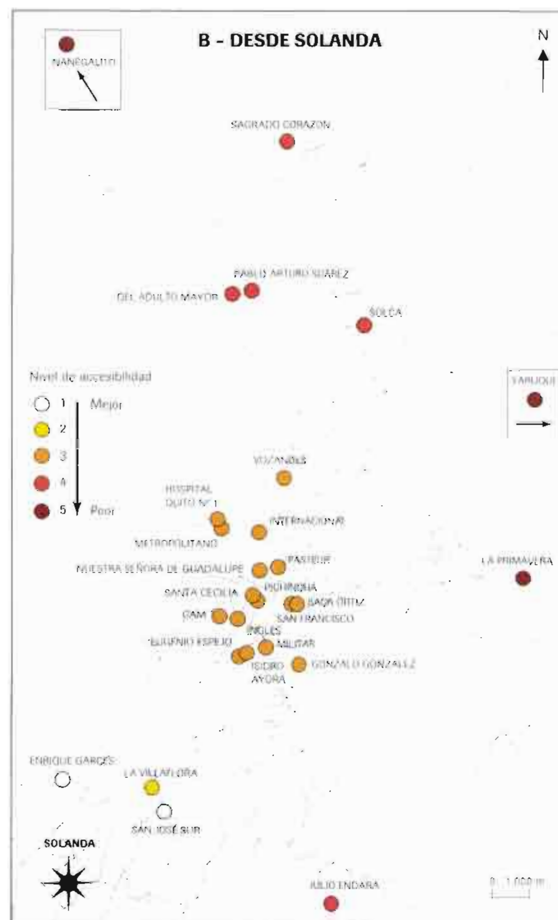


Mapa 12-6: Nivel de accesibilidad de proximidad durante la noche de los principales establecimientos de salud del DMQ

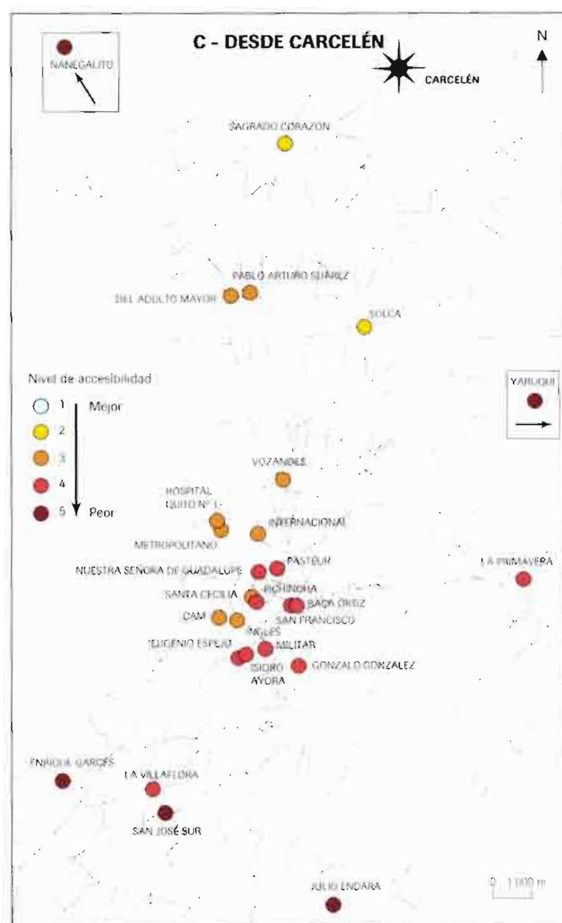


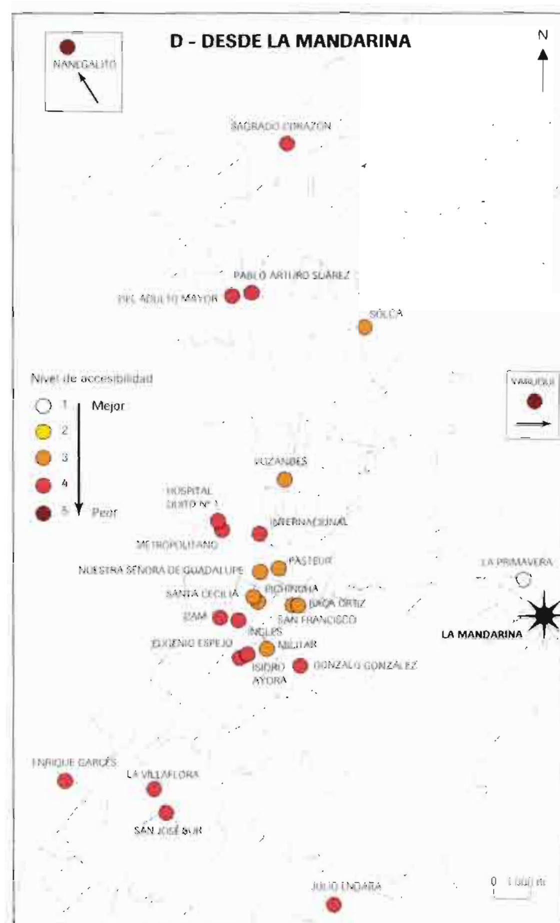
Mapa 12-7
Nivel de accesibilidad orientada durante el día de los principales establecimientos de salud del DMQ



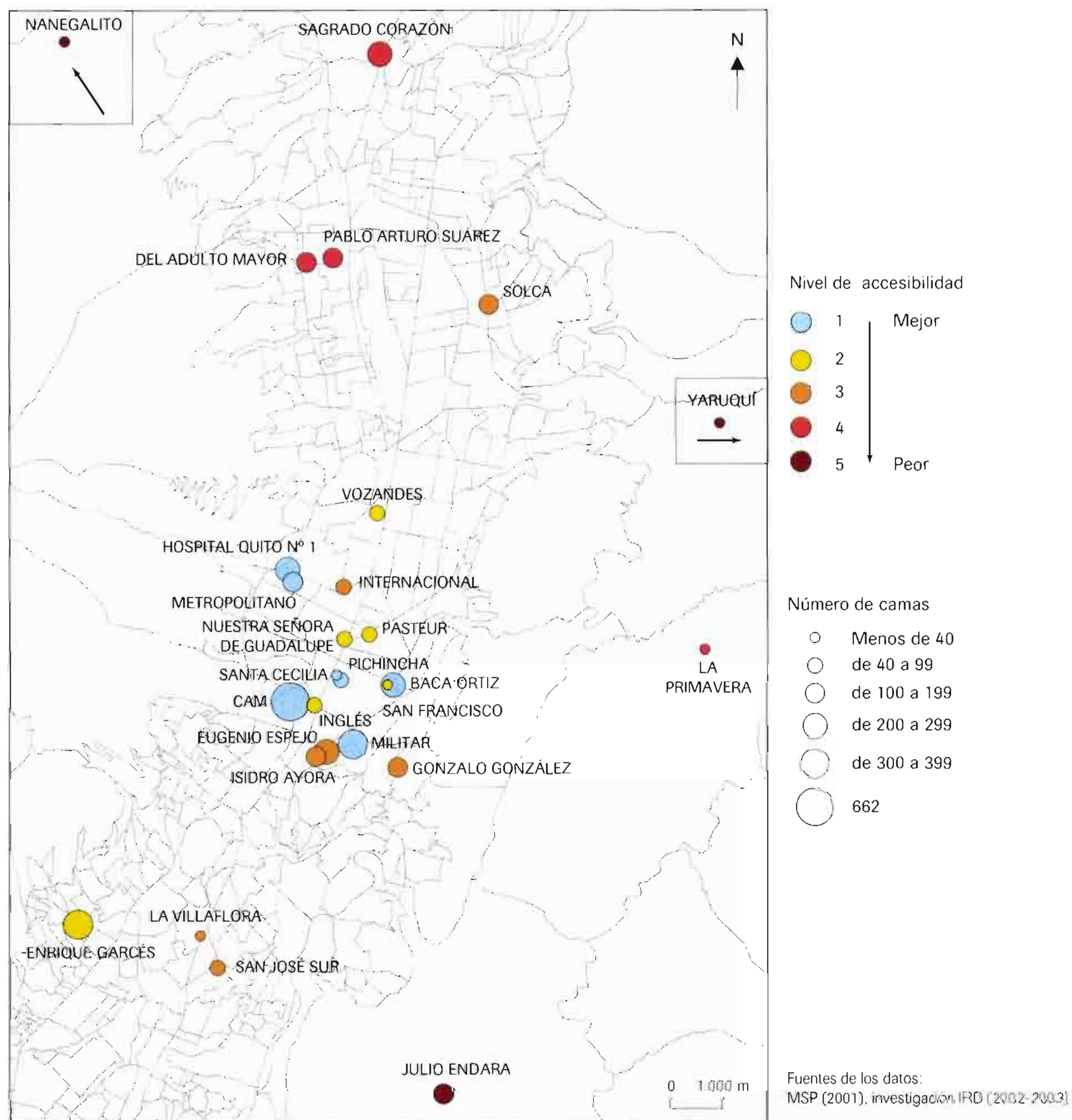


Mapa 12-7 (continuación)
Nivel de accesibilidad orientada durante el día de los principales establecimientos de salud del DMQ



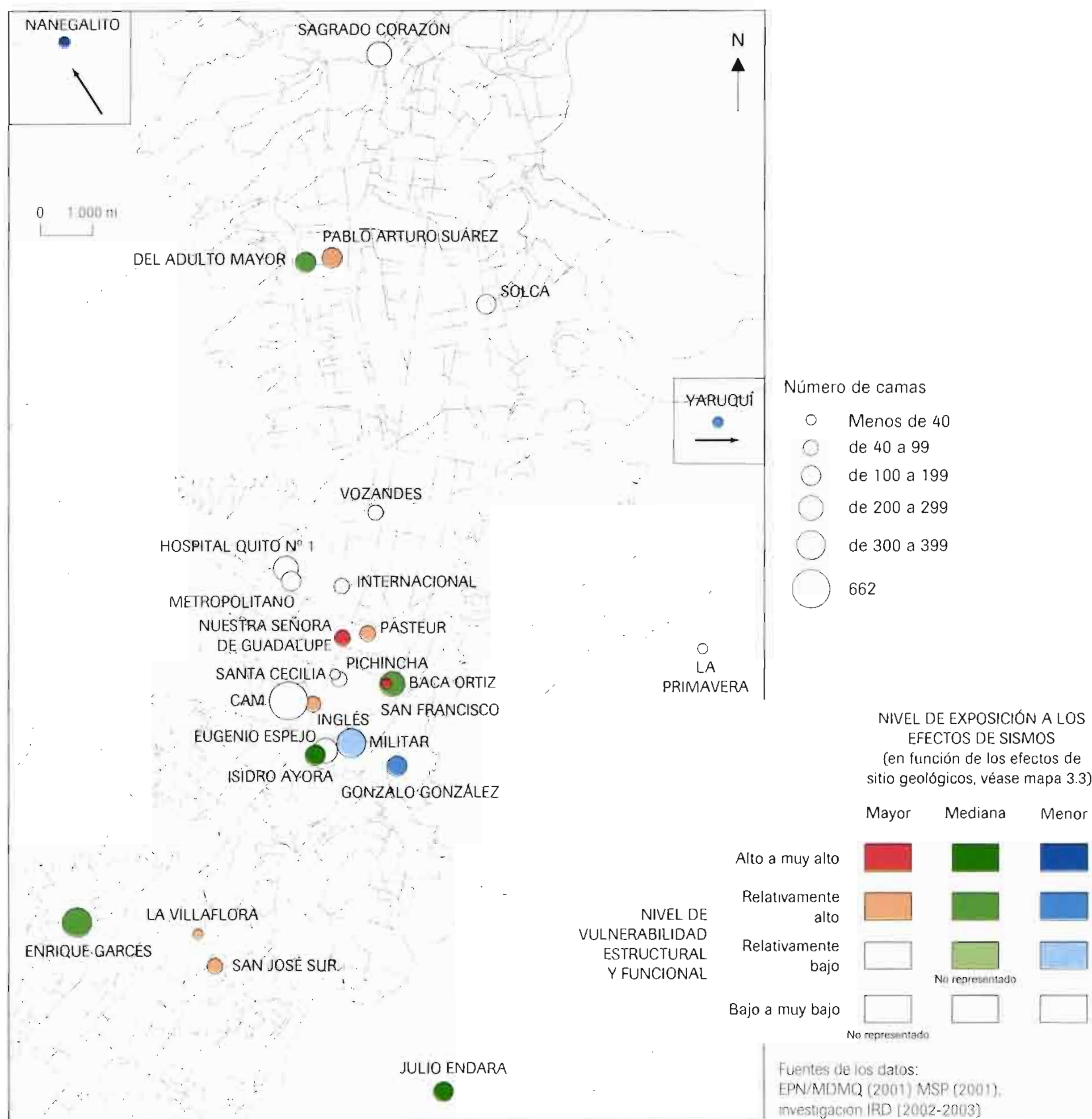


Mapa 12-8: Nivel de accesibilidad global de los principales establecimientos de salud del DMQ

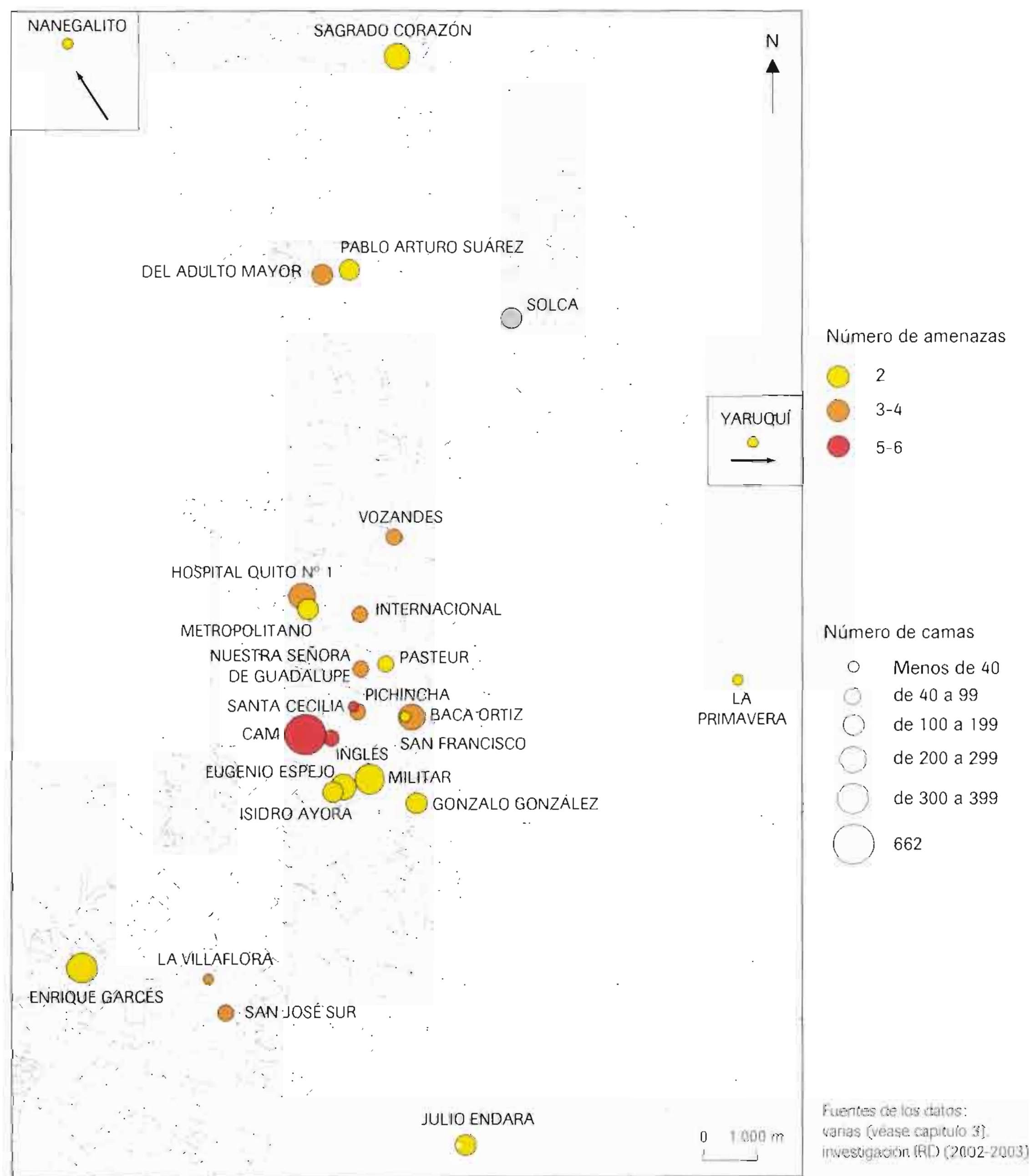


Fuentes de los datos:
MSP (2001), investigación IRD (2002-2003)

Mapa 12-9: Vulnerabilidad funcional y exposición a la amenaza sísmica de los 27 establecimientos de salud más importantes del DMQ

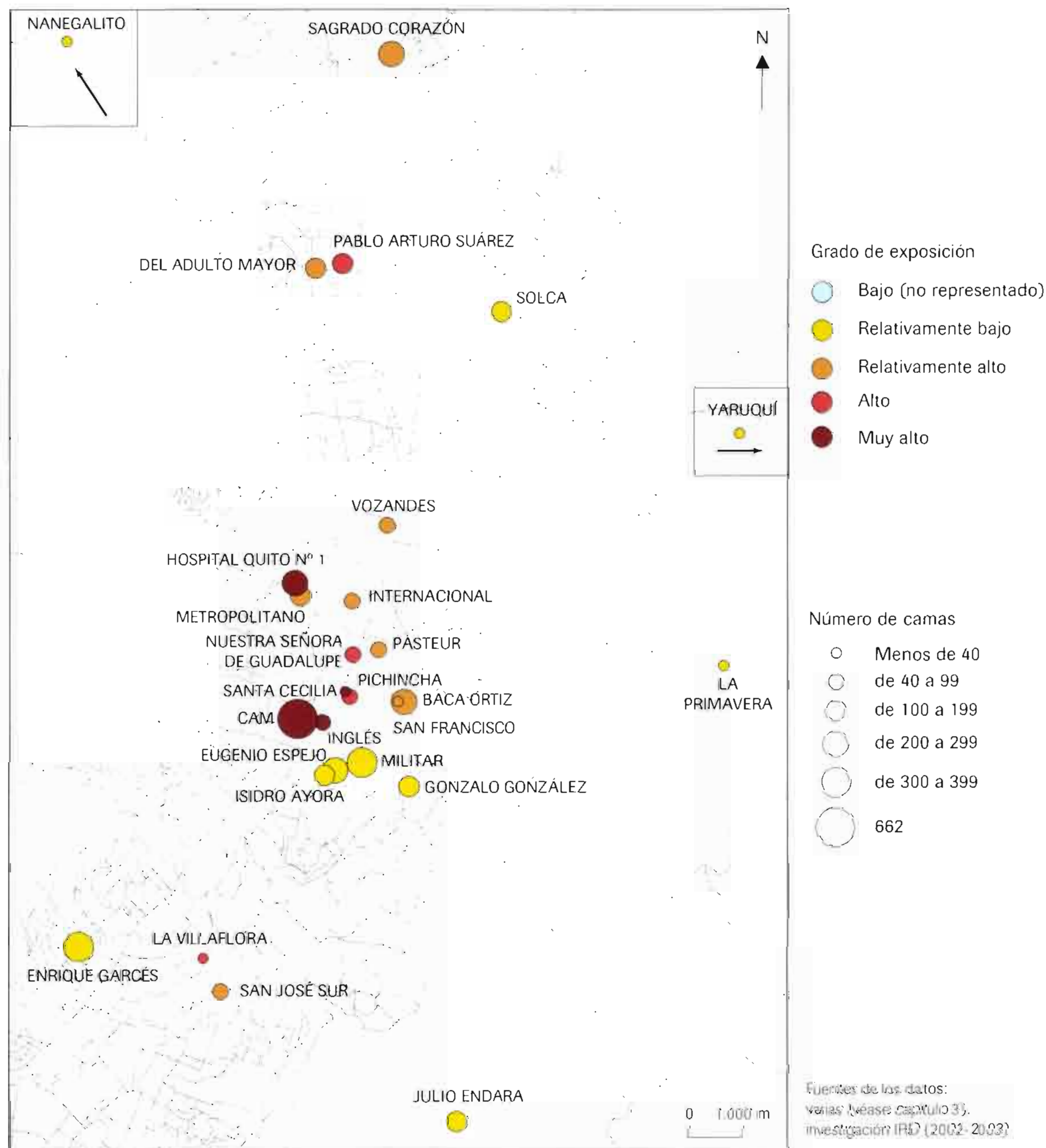


Mapa 12-10: Número de amenazas a las que están expuestos los 27 establecimientos de salud más importantes del DMQ

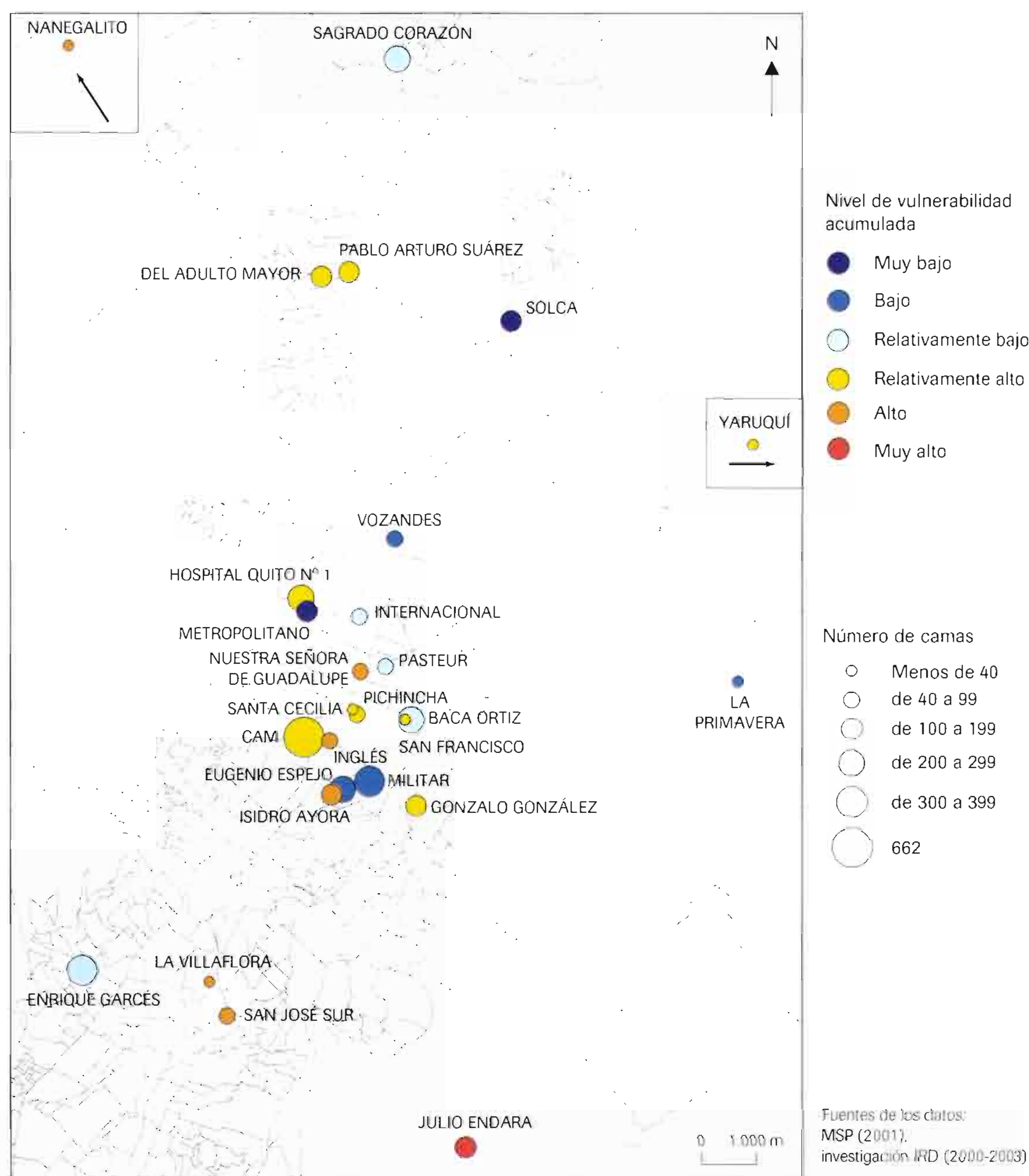


Fuentes de los datos: varias (véase capítulo 3), investigación IRD (2002-2003)

Mapa 12-11: Nivel de exposición a varias amenazas de los 27 establecimientos de salud más importantes del DMQ



Mapa 12-12: Síntesis de las diferentes formas de vulnerabilidad de los 27 establecimientos de salud más importantes del DMQ



Fuentes de los datos:
MSP (2001),
investigación IRD (2000-2003)

CAPÍTULO 13

Las modalidades de reducción de la vulnerabilidad en el DMQ

El objetivo de este capítulo es hacer un balance de las diferentes acciones y medidas que conducen directa o indirectamente a reducir la vulnerabilidad del DMQ. Partiendo de la concepción de vulnerabilidad presentada a todo lo largo de esta obra, a través de los planteamientos teóricos iniciales y los análisis de vulnerabilidad de algunos elementos esenciales desarrollados posteriormente, se mostró que la vulnerabilidad puede adoptar múltiples formas y que, consecuentemente, las modalidades de reducción de la vulnerabilidad son también multiformes. Por esta razón, se pueden interpretar ciertas acciones, medidas y políticas no necesariamente identificadas en el campo de la prevención de riesgos, como medidas que contribuyen a reducir la vulnerabilidad.

1. Las múltiples formas de reducción de la vulnerabilidad

En una tentativa de generalización y de organización de las diferentes maneras de reducir la vulnerabilidad de un territorio, se pueden destacar 8 grandes tipos de acción:

1. En primer lugar toda generación de conocimiento del medio natural y del funcionamiento social permite prever y manejar mejor los riesgos y, por tanto, disminuir el impacto de las catástrofes (Thouret y Léone, 2003). De los conocimientos acumulados y de su consideración efectiva depende la eficacia de todas las demás modalidades

de reducción de la vulnerabilidad. Aquí se hace alusión a todas las investigaciones, los estudios y las consultorías realizados en este gran campo del conocimiento que son los riesgos.

2. En segundo término, la vigilancia concreta de las amenazas identificadas y la implantación de sistemas de alerta que permitan anticipar los fenómenos potencialmente destructores y la secuencia de los eventos, son otra manera de enfrentar mejor los riesgos, de prepararse mejor para las situaciones de crisis y, por tanto, de reducir la vulnerabilidad.

3. En tercer lugar, todas las medidas de preparación para las situaciones de crisis, se sitúan a nivel ya sea de las diferentes instituciones, de la población o del sector privado, contribuyen innegablemente a reducir la vulnerabilidad. Reforzando la pertinencia y la eficacia de las acciones y comportamientos en caso de crisis, la preparación coadyuva a minimizar las consecuencias de un evento devastador.

4. La acción sobre la amenaza hace parte de la tradición de lucha contra los riesgos. Los trabajos de ingeniería civil de todo tipo (construcción de diques, de canales, de represas de agua, etc.), destinados a contener la amenaza, contribuyen a reducir la vulnerabilidad de un territorio. Participan en la protección de la población y de los elementos esenciales del funcionamiento de un territorio contra las inundaciones, los flujos de lodo, los deslizamientos de terreno, etc.

5. El mejoramiento de la accesibilidad de los diferentes sectores de un territorio, de los servicios básicos a la población y de las comunicaciones hace parte de las otras formas, a menudo mal conocidas, de reducción de la vulnerabilidad. Estas atañen igualmente al grado de autonomía, a las posibilidades y limitaciones de recurrir al exterior, a las alternativas de funcionamiento de las principales redes y servicios públicos en caso de fallas. Esta dimensión de reducción de la vulnerabilidad es importante tanto para el funcionamiento normal como en caso de crisis.

6. Los seguros son igualmente capaces de reducir la vulnerabilidad mediante el refuerzo de las capacidades de reacción económicas de la población y de los elementos esenciales frente a un evento destructor de cualquier tipo. En efecto, la indemnización por la pérdida de un bien permite su recuperación e incluso su mejora. Los seguros pueden también desempeñar un papel preventivo por las condiciones que se exigen para asegurar un bien o una actividad.

7. En un plano más general, la planificación urbana preventiva, al orientar la repartición espacial de la población y la distribución de los elementos esenciales en el territorio, en especial en relación con la localización de amenazas identificables y territorializadas, puede desempeñar un papel fundamental de reducción de la vulnerabilidad.

8. Finalmente, la legislación y el marco jurídico en su conjunto, la organización de la estructura

institucional, de las competencias y de los procedimientos político-administrativos para mejorar la prevención de los riesgos y el manejo de las situaciones de crisis son poderosos instrumentos para reducir la vulnerabilidad de un territorio. Las normas de construcción y la creación del 911 (número telefónico para llamadas de emergencia) son un buen ejemplo de ello.

El séptimo y el octavo puntos serán objeto del siguiente capítulo (14), dedicado a la institucionalización de los riesgos en el DMQ. Así pues, los capítulos 13 y 14 están destinados a hacer un balance de lo que existe en el Distrito Metropolitano de Quito en términos de reducción de la vulnerabilidad según las diferentes modalidades de acción contempladas anteriormente. Dada la poca cantidad de información disponible, se agruparon los seguros, el mejoramiento de la accesibilidad y otras formas de reducción de la vulnerabilidad.

En términos metodológicos, el trabajo se basó en una recopilación de documentos existentes, una revisión de la legislación y de la evolución de los organismos competentes en materia de mitigación de riesgos, completada con numerosas entrevistas realizadas a inicios de 2004[1]. Una amplia gama de actores capaces de desempeñar un papel en la reducción de la vulnerabilidad respondieron a preguntas relativas a las acciones desarrolladas en los diferentes campos identificados, a las variaciones que se han podido producir y a los obstáculos que han encontrado en su labor. Los organismos donde se realizaron las entrevistas fueron:

- Instituciones encargadas de planificación y manejo del territorio:

  Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda (DMTV), Dirección Metropolitana de Medio Ambiente, Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana, Ministerio de Energía y Minas, Consejo Provincial de Pichincha

- Instituciones de atención de emergencias:

  Cruz Roja, 911, COE Metropolitano, CIREM, Defensa Civil[2]

- Empresas encargadas de la logística urbana:

  EMAAP-Q, EMOP, DMT

- Instituciones encargadas de la investigación, la vigilancia y el monitoreo de las amenazas naturales:

  IG-EPN, INAMHI

---

1 Este trabajo fue ejecutado por Tania Serrano, con la colaboración de Alexandra Mena, Alex Tupiza y Nury Bermúdez, bajo la dirección de R. D'Ercole, y dio lugar a un informe detallado de 85 páginas (Serrano y D'Ercole, 2004).

2 No se pudo realizar entrevistas en esta institución. La información relativa a ella proviene de su página web, de artículos de prensa y de las reuniones del CIREM donde participó.

- Instituciones encargadas de estudios estructurales y de ingeniería civil:

  Facultad de Ingeniería Civil de la EPN

- ONG, fundaciones y organizaciones internacionales

  Cooperazione Internazionale (COOPI), Fundación Natura, PNUD

- Prensa escrita:

  Diario *El Comercio*

- Seguros

  Superintendencia de Bancos y Seguros, Asociación de Compañías de Seguros del Ecuador (ACOSE)

Las informaciones reunidas no aspiran a ser exhaustivas pero proporcionan un panorama general de lo esencial de las acciones desarrolladas para reducir la vulnerabilidad del DMQ. Para cada forma de reducción de la vulnerabilidad, se buscó identificar los actores implicados, las acciones concretas desarrolladas y los obstáculos para su eficacia.

2. Mejoramiento del conocimiento: avances sobre todo en el campo de las amenazas de origen natural

Históricamente la comunidad científica ha aprehendido los riesgos a través de la problemática de las amenazas de origen natural. Así, antes de los años 1970, se admitía comúnmente que la amplitud de las catástrofes dependía de la magnitud de los fenómenos físicos. El descubrimiento de que una amenaza de igual amplitud era capaz de provocar catástrofes de magnitud muy variable llevó primeramente a la idea de reforzar las edificaciones de manera que fueran más resistentes, a desarrollar sistemas técnicos de protección, incluyendo a la ingeniería civil en la dinámica de investigación. Solamente en una segunda etapa, que se inicia hace alrededor de veinte años, se comienza a integrar en la problemática científica el hecho de que un desastre no es únicamente la consecuencia de la magnitud de la amenaza y de la resistencia de las construcciones, sino que depende también de la preparación de la población (PNUD, 2003), y de una manera general del nivel de desarrollo de la sociedad expuesta a catástrofes (D'Ercole, 2003). Pese a este avance conceptual, las ciencias de la tierra y las amenazas siguen ocupando un lugar central en el dispositivo de investigación sobre los riesgos y las ciencias sociales una posición marginal, cuantitativa y conceptualmente. Esta evolución general de la concepción del riesgo en la investigación científica se encuentra en el conocimiento de los riesgos que se genera en el DMQ.

Un esfuerzo conjunto de instituciones nacionales e internacionales en cuanto a las problemáticas de las ciencias de la tierra

El estudio de las amenazas naturales se ubica en el centro de las investigaciones para la prevención de los riesgos en el DMQ aproximadamente desde los años 1980, a través de un conjunto de instituciones de investigación nacionales e internacionales que

contribuyen al esfuerzo de generación de conocimientos en campos variados pero casi siempre limitados a la comprensión de los fenómenos naturales capaces de originar catástrofes. Los conocimientos científicos generados conciernen principalmente mediciones y análisis de las características físicas de los volcanes, de las fallas tectónicas, de las condiciones climáticas, de los glaciares, de los suelos; simulaciones y modelizaciones de eventos posibles; identificación y análisis de eventos pasados; cartografía de las zonas expuestas a las amenazas; la resistencia de las edificaciones. Sin ser exhaustivos, los principales actores de la producción de conocimientos en el campo de los riesgos en Quito son los siguientes:

- el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN), creado en 1982, es la referencia nacional para las investigaciones, peritajes y diagnósticos sobre las amenazas sísmicas y volcánicas. Su importancia y papel se vieron exacerbados durante las crisis volcánicas recientes pues la comprensión de los mecanismos de los procesos eruptivos es esencial para la previsión y la prevención;
- la Facultad de Ingeniería Civil (FIC) de la EPN contribuye, por su parte, a la generación de conocimientos sobre todo en el campo de la resistencia física de las edificaciones frente a los sismos mediante la realización de peritajes sobre las construcciones e infraestructuras (escuelas, hospitales, puentes...), e igualmente mediante estudios de zonificación sísmica del territorio. En caso de sismo, la FIC elabora mapas de intensidades de los daños para evaluar el impacto de esos fenómenos en las estructuras de las edificaciones[3];
- el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), encargado de la producción de datos y de análisis sobre la meteorología, el clima y los recursos hídricos del país, y sobre las amenazas asociadas a las condiciones climáticas (inundaciones, fenómenos El Niño, sequías);
- la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP-Q) desempeña un papel nada despreciable en la generación de conocimientos sobre las amenazas, a través de estudios realizados en gran parte con préstamos del BID, que esta empresa realiza o contrata para la ejecución de infraestructuras de abastecimiento de agua y de evacuación de aguas lluvia. Esto la lleva a producir conocimientos sobre las crecidas e inundaciones, la estabilidad de los terrenos y los flujos del lodo.

Paralelamente, ciertos organismos de investigación y programas internacionales contribuyen, casi siempre en colaboración con las instituciones ecuatorianas mencionadas, al conocimiento de las amenazas. Por ejemplo, el IRD desarrolla investigaciones en el Ecuador desde hace 30 años, sobre todo para el conocimiento de las amenazas sísmicas, volcánicas y

3 Esto se realizó cuando los terremotos de Pujilí (1987) y Bahía de Caráquez (1998).

climáticas, en especial con tres de los organismos citados. Se puede hablar del proyecto «Escenario sísmico» en el que se asociaron geofísicos ecuatorianos, estadounidenses, japoneses y franceses a inicios de los años 1990 (EPN y otros, 1994 y 1995), el proyecto SISHILAD[4] con la EMAAP-Q, el programa «Glaciares y recursos hídricos en los Andes tropicales. Indicadores climáticos y ambientales» con el INAMHI en curso. La USGS (*United States Geological Survey*) apoyó al IG especialmente durante las crisis volcánicas recientes. Anteriormente, a finales de los años 1980, el INEMIN realizó estudios importantes en este mismo campo[5]. Algunos otros organismos desempeñan un papel secundario en el campo del conocimiento de las amenazas, como la Universidad Central del Ecuador o la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE). Para el Decenio internacional de prevención de la catástrofes naturales, se llevaron a cabo varias investigaciones en las que se asociaron organismos ecuatorianos y extranjeros en el marco de grandes programas internacionales (GESI, EMI, etc.)[6].

Así, se ve que la producción de conocimientos, en especial en el campo de las amenazas, ha sido objeto de esfuerzos conjuntos entre los organismos ecuatorianos de investigación y los programas internacionales. Por otra parte, los trabajos de peritaje técnico realizados por los organismos antes citados o por empresas consultoras han aportado conocimientos sobre las amenazas.

---

[4] Sistema de pronóstico hidrológico de las laderas del Pichincha y del Área Metropolitana de Quito, programa de investigación que se desarrolló entre 1995 y 1999.

[5] El INEMIN —Instituto Ecuatoriano de Minería, actual Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica (CODIGEM)— desarrolló trabajos de investigación sobre la amenaza volcánica en colaboración con la Empresa Geotérmica Italiana (1988-1989) e instaló una red moderna de vigilancia del volcán Pichincha, que no pudo mantenerse después de la partida de los italianos.

[6] El programa GESI (*Global Earthquake Safety Initiative*) fue realizado en 21 ciudades del mundo. Tuvo como objetivo desarrollar un método para cuantificar el riesgo de pérdidas de vidas y de daños causados por sismos y con ello generar conciencia para la elaboración de planes de reducción del riesgo. Se trabajó a nivel de la amenaza y de la vulnerabilidad (sobre todo de infraestructuras físicas de escuelas y la preparación para la atención de emergencias). Con ello se construyeron indicadores para comparar las ciudades entre sí. De modo general, la probabilidad de ocurrencia de sismos, daños y muertes por esta causa es relativamente alta en Quito según los indicadores utilizados. El programa EMI (*Earthquakes and Megacities Iniciative*) tiene como propósito facilitar el acceso, en varias ciudades del mundo, a la información científica referente a los peligros naturales, para mejorar la respuesta ante eventos extremos. En marzo de 2004 se realizó la 6ª Reunión en el continente americano con la participación de Ciudad de México, Los Ángeles, Bogotá y Quito.

Sin embargo, pese a los numerosos estudios existentes sobre las amenazas de origen natural, su conocimiento sigue presentando lagunas en ciertos campos y para ciertos espacios[7], y se ubica a menudo a escalas poco compatibles con la implementación de medidas concretas de prevención. Es el caso en particular de la geotectónica, de la estabilidad de los suelos o de las zonas inundables del Distrito, cuyo conocimiento sigue siendo insuficiente.

La insuficiencia de las investigaciones sobre la problemática social de la vulnerabilidad y del manejo de crisis, y sobre los riesgos tecnológicos

Haciéndose eco de una concepción de los riesgos ampliamente centrada en las amenazas, los estudios en ciencias sociales relativos a la vulnerabilidad de la población, de las instituciones o de los servicios y equipamientos, son mucho más recientes y aún muy embrionarios. Esta situación no es en absoluto específica al Ecuador o al DMQ sino que está ligada indiscutiblemente a la concepción de los riesgos y a las lagunas de la investigación científica en este campo.

En Quito, entre los pocos trabajos notables en este campo se puede citar el análisis de la vulnerabilidad de la población frente a los riesgos ligados al volcán Cotopaxi, terminado a inicios de los años 1990 (D'Ercole, 1991). Además, la RED (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina) contribuye, desde 1992, a desarrollar investigaciones e intercambios en ciencias sociales sobre los riesgos a nivel latinoamericano[8], pero en ese marco se han publicado muy pocas cosas sobre los riesgos en el DMQ. A propósito de las laderas y quebradas de Quito, Alexis Sierra desarrolló, a fines de los años 1990, una investigación sobre la vulnerabilidad de Quito vista bajo un ángulo geopolítico (Sierra, 2000). El programa «Sistema de Información y Riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» del IRD, cuyas conclusiones se presentan en esta obra, intenta contribuir, parcialmente, al conocimiento de los mecanismos de la vulnerabilidad del Distrito. Finalmente, algunos otros organismos como la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) o CIUDAD contribuyen igualmente a analizar la vulnerabilidad de la población.

Paralelamente a la apertura progresiva de la problemática de los riesgos a las ciencias sociales, los trabajos sobre los riesgos de origen antrópico (almacenamiento de productos peligrosos, riesgos tecnológicos e industriales) o ambiental (contaminación de varios tipos), son aún pocos pese al sensible aumento del número de accidentes en los últimos años. Sin embargo, la Fundación Natura trabaja sobre este tema desde hace algunos años con una perspectiva ambiental que pone énfasis en especial

7 Los estudios han privilegiado sobre todo a la ciudad de Quito, mientras que actualmente lo que prevalece es una dinámica articulada alrededor del Distrito.

8 Desarrolló también un *software* para el inventario de desastres llamado «DesInventar».

en los riesgos sanitarios que genera la contaminación. En el campo del riesgo tecnológico, han surgido algunas iniciativas interesantes, en particular con el programa APELL[9], aunque por el momento hay pocos resultados visibles. Los trabajos de investigación de Jairo Estacio realizados en el marco del programa de investigación «Sistema de Información y Riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito», y las actividades del PAUD[10] son prometedores pero están apenas en sus inicios (Estacio, 2004).

Más allá del gran aporte de los organismos antes citados y de los diferentes investigadores a la comprensión física o social de los fenómenos potencialmente peligrosos y de la vulnerabilidad, hay que destacar que las investigaciones desarrolladas, por la colaboración que suscitan y por la difusión de que son objeto, contribuyen directa o indirectamente a sensibilizar a la población y a las autoridades a la problemática de la prevención de los riesgos. Es así como, progresivamente, esta cuestión se convierte en un desafío político y social cada vez más difícil de soslayar en los programas y acciones que apuntan a garantizar el funcionamiento y a permitir el desarrollo del DMQ.

Así, si bien el conocimiento del medio físico y de las amenazas naturales ha avanzado, queda aún mucho por hacer para conocer los riesgos industriales y ambientales. El análisis de la vulnerabilidad del territorio está apenas en sus inicios. Ahora bien, se sabe que el conocimiento de los elementos esenciales de un territorio y de su vulnerabilidad es un dato fundamental para reducir los riesgos. Es útil, por tanto, para reducir la vulnerabilidad del DMQ, desplegar un esfuerzo de investigación tan importante en este campo como el que se ha hecho para el conocimiento de las amenazas.

3. Vigilancia de las amenazas y sistema de alerta

Paralelamente a la investigación científica que aporta conocimientos fundamentales sobre las amenazas y el funcionamiento del medio natural y social, la vigilancia de las amenazas, en especial volcánicas, sísmicas e hidroclimáticas es una tarea permanente, indispensable para la reducción de la vulnerabilidad del territorio. En efecto, si bien la predicción[11] del desencadenamiento de las amenazas no es posible o poco confiable, la vigilancia atenta y continua de los fenómenos físicos permite un seguimiento de la evolución de los fenómenos y la determinación de las probabilidades de ocurrencia. Posibilita también el diseño de escenarios en cuanto al tipo y la amplitud de los fenómenos destructores que se pueden esperar y a los espacios susceptibles de daño, y por tanto una consiguiente preparación.

9 Véase el capítulo 3.

10 El PAUD (Por el Ambiente Urbano y el Desarrollo) es un equipo de investigadores ecuatorianos formado a inicios de 2004 que desarrolla trabajos de investigación sobre el ambiente urbano en Quito y cuenta con el apoyo científico y financiero del IRD.

11 Previsión a muy corto plazo.

Las situaciones de crisis vividas recientemente muestran de manera clara la importancia de esta tarea de vigilancia y sus repercusiones directas en el manejo social y político de las crisis, en especial para la gestión de las alertas. Vigilancia y sistema de alerta están estrechamente asociados y desempeñan un papel fundamental tanto en la preparación para una situación de crisis como durante la crisis misma.

La vigilancia instrumental de los riesgos sísmicos, volcánicos e hidroclimáticos

Los organismos encargados de la vigilancia de los fenómenos potencialmente destructores son los mismos que los que contribuyen al conocimiento científico, pues este se genera en especial a partir de los datos obtenidos mediante la vigilancia instrumental.

El IG-EPN se encarga de la vigilancia en tiempo real de la actividad sísmica y volcánica del país y, por tanto, del DMQ, gracias a una red de sismógrafos. Esta función fundamental de levantamiento y análisis de los datos extraídos cotidianamente de la red sismológica le permite elaborar regularmente boletines de información sobre la actividad sísmica registrada[12] y alertar a las autoridades en caso de actividad anormal capaz de desembocar en una situación peligrosa. Las recientes erupciones volcánicas del Pichincha y de El Reventador le han llevado a multiplicar los programas de colaboración con organismos extranjeros[13] y a reforzar la capacitación del personal del Instituto Geofísico para enfrentar este tipo de situaciones.

Por su parte, el INAMHI se encarga del funcionamiento de una red nacional de estaciones meteorológicas e hidrológicas que le permite obtener datos esenciales sobre la situación climática, cuyo tratamiento posibilita emitir previsiones y alertas, se trate ya sea de precipitaciones muy fuertes capaces de provocar deslizamientos de terreno o inundaciones, o de anuncios de sequía. Elabora dos boletines cotidianos sobre las condiciones de temperatura y pluviometría registradas y ofrece previsiones meteorológicas para las 24 y 48 horas siguientes, pese a las dificultades debidas a la inadecuación de los modelos al medio tropical de altura[14].

Mientras los esfuerzos de vigilancia se centran sobre todo en las amenazas volcánicas, sísmicas e hidroclimáticas, son poco desarrollados en el caso de la amenaza geomorfológica pese a que esta concierne gran parte del Distrito[15], al igual que en el de la amenaza tecnológica. Las diferentes redes de vigilancia de las amenazas existentes en el DMQ son sin embargo una contribución nada despreciable a la reducción

12 Véase la página web www.igepn.edu.ec

13 USGS, en especial para el equipamiento electrónico, el IRD en sismología y volcanología, y también el Japón, que desarrolla un importante programa de capacitación y de investigación, Gran Bretaña y Colombia.

14 Véase la página web www.inamhi.gov.ec

15 Su vigilancia supondría, en especial, un censo previo de los deslizamientos activos o capaces de activarse en función del contexto meteorológico y antrópico.

de la vulnerabilidad del territorio. Esta vigilancia permanente representa un costo importante de funcionamiento para los organismos públicos encargados, lo que, en un contexto económico difícil, crea una incertidumbre en cuanto a su continuidad.

El papel crucial de las alertas

Actualmente la definición de las alertas depende principalmente de la vigilancia de los fenómenos físicos (en este caso los volcanes) capaces de generar amenazas. La definición y la implantación de sistemas de alerta son extremadamente importantes para la reducción de la vulnerabilidad del territorio. En efecto, cada nivel de alerta (blanca, amarilla, naranja y roja) debe orientar las acciones y medidas a tomarse (en términos de prevención, preparación, protección, evacuación), en función del nivel de peligro determinado por el nivel de alerta, por parte tanto de las instituciones como de la población. Se trata pues de una guía esencial que permite a los poderes públicos y a la sociedad civil enfrentar una situación de emergencia y manejar la incertidumbre.

La experiencia vivida cuando ocurrió la crisis volcánica ligada a la reactivación del Guagua Pichincha en 1998-1999 mostró las limitaciones que presenta el sistema de alerta basado esencialmente en el comportamiento del volcán y no en las consecuencias esperadas y localizadas de una erupción. En efecto, en situación de alerta amarilla, el DMQ soportó la caída de ceniza y la evacuación de población, previstas para la alerta roja, después de un período de alerta naranja durante el cual no se produjo ningún fenómeno perceptible. Este desfase entre los fenómenos y el nivel de alerta provocó un descrédito total en cuanto a la significación de las alertas que en principio deberían orientar la prevención, la preparación y la protección frente a la crisis volcánica. Como consecuencia de esta confusión, las diferentes instituciones encargadas de las infraestructuras y las redes vitales del Distrito Metropolitano (agua, electricidad, teléfono, transportes) actuaron de manera empírica y totalmente independiente de las alertas decretadas oficialmente por el Alcalde. Por ello, los planes de contingencia cuidadosamente elaborados en las instituciones encargadas de los equipamientos e infraestructuras del DMQ, que especificaban las medidas a tomarse en función del nivel de alerta, fueron totalmente invalidados (UPAD-DGP e IRD, 1999; D'Ercole y Metzger, 2000).

Paralelamente a este desfase temporal entre nivel de alerta y actividad volcánica, el no haber considerado en la definición de las alertas la dimensión espacial de los fenómenos esperados, salvo tardíamente en el caso de Lloa, contribuyó igualmente a desacreditar al sistema de alerta.

La vigilancia sanitaria: en fase de desarrollo

En un campo totalmente distinto, la Empresa del Centro Histórico (ECH) implantó a finales de 2002 la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ). Se trata de una red de vigilancia

de la calidad del aire que mide continuamente la presencia de 5 contaminantes en la atmósfera y permite igualmente hacer un seguimiento de la concentración de partículas finas en el aire debido a la caída de ceniza. Para facilitar la lectura y comprensión de los datos recopilados se diseñó un Índice Quiteño de Calidad del Aire (IQCA) que representa de modo muy simple las medidas preventivas que deberían ser tomadas, tanto por autoridades como por la población en general, para reducir los riesgos sobre la salud vinculados con la contaminación atmosférica. Aunque esta herramienta es aún mínimamente utilizada, es una iniciativa que empieza a consolidarse. Se cuenta ya con un informe del primer año de medición (junio de 2003-mayo de 2004) y es manejada actualmente por la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito (CORPAIRE); corporación creada para fortalecer institucionalmente la gestión del mejoramiento de la calidad del aire en el Distrito.

Eventos potencialmente devastadores como sismos, inundaciones o erupciones volcánicas pueden causar un impacto importante en la salud de la población. El sistema de vigilancia epidemiológica implantado en el DMQ se basa en informes enviados a la Dirección Provincial de Salud por todos los centros de atención médica, lo que permite la detección y el seguimiento, por zona geográfica, de la prevalencia de ciertas enfermedades infecciosas o contagiosas, y la detección de epidemias o situaciones críticas que demandan medidas de emergencia.

La vigilancia sanitaria desempeña un papel tanto más importante cuanto que permite detectar una serie de riesgos no necesariamente territorializados, e incluso no identificados, en especial riesgos ambientales, biológicos o químicos.

Hoy en día, globalmente, la vigilancia de las principales amenazas «físicas» está asegurada, salvo en el campo de los riesgos geomorfológicos y tecnológicos. Una de las grandes dificultades que se encuentran en el monitoreo de las amenazas concierne las restricciones presupuestarias que afectan a los diferentes organismos responsables. Por otro lado, dada la confusión que se presentó cuando la declaración de los niveles de alerta en 1998-1999, la reflexión debe proseguir a fin de adaptar el sistema de alerta a las consecuencias esperadas del desencadenamiento de las amenazas, en relación con la vulnerabilidad de la población y de los elementos esenciales del funcionamiento del DMQ, en especial de los sistemas técnicos.

4. Las situaciones de crisis: momentos clave de la preparación

Todo el mundo está involucrado

El éxito de la respuesta dada a una situación de emergencia depende, entre otros factores, de la preparación durante los períodos normales. Hay que constatar sin embargo que las situaciones de crisis volcánica de finales de los años 1990 (Pichincha y

Tungurahua[16]) y de inicios de los años 2000 (El Reventador) vividas por la población y las diferentes instituciones, provocaron un real salto cualitativo en la reducción de la vulnerabilidad mediante la preparación para crisis. En relación con la situación anterior, los avances han sido impresionantes. En efecto, estas situaciones de crisis generaron toda una dinámica de coordinación, de institucionalización, de elaboración de planes de contingencia, de adquisición de equipos, de campañas de sensibilización, de difusión de la información y de capacitación dirigidas a las instituciones y a la población en especial de los barrios vulnerables. Todas las medidas tomadas tuvieron un impacto considerable en el sentido de la reducción de la vulnerabilidad.

Casi todas las entidades municipales encargadas del funcionamiento y de la administración del Distrito, los ministerios y otras entidades nacionales, las embajadas y las ONG desarrollaron acciones en ese sentido. Los establecimientos escolares, las grandes empresas privadas, las empresas del servicio público, los hospitales, el aeropuerto, emprendieron también la elaboración o la actualización de sus planes de emergencia, la capacitación del personal, la difusión de información. Las iglesias, las asociaciones, las ONG y otras fundaciones contribuyeron igualmente a mejorar la capacidad de la población para enfrentar una situación de emergencia, organizando operaciones concretas de preparación en los barrios. Así, los actores de la preparación para crisis se encuentran hoy en día en todos los campos de la administración y de la sociedad civil. Por otro lado, los organismos internacionales de financiamiento, al apoyar diferentes intervenciones de preparación, han aportado igualmente a la reducción de la vulnerabilidad del territorio.

Se pueden sin embargo identificar algunos actores clave de la preparación para la crisis: el ejecutivo municipal en todo lo que concierne la preparación de las instituciones, la prensa escrita en la preparación de la población en general y algunas instituciones específicas de manejo de crisis como la Cruz Roja, la Defensa Civil, y las ONG en la preparación local y dirigida en los barrios.

La administración municipal: actor clave de la preparación

Entre los actores clave de esta dinámica, el ejecutivo municipal desempeña necesariamente un papel preponderante. En la medida en que la administración metropolitana hace funcionar todos los servicios públicos y las infraestructuras del territorio y que, por otro lado, es responsable de la seguridad de los habitantes, debe impulsar una acción coordinada de sus propios componentes. Además, su papel de entrenamiento y sensibilización de los demás sectores

[16] La erupción del volcán Tungurahua no atañía directamente al DMQ pero, a través de los medios de comunicación, sensibilizó a la población de Quito. Además, la crisis ligada al Tungurahua ofrecía una experiencia de manejo en el momento mismo en que se reactivaba el Guagua Pichincha.

de la sociedad (población, otras instituciones, sector económico privado, medios de comunicación) es decisivo, ya sea por información, incitación o legislación (véase el capítulo 14).

El plan de seguridad elaborado por la Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana en 2000[17] tiene precisamente como objetivo organizar y coordinar la preparación de la administración y de la población en caso de crisis. Ambiciona detallar las tareas que cada dependencia municipal deberá realizar en caso de emergencia provocada por cuatro tipos de eventos: erupciones volcánicas, sismos, deslizamientos de terreno/aluviones y accidentes tecnológicos (que conciernen productos peligrosos como hidrocarburos, productos químicos o sustancias radiactivas). Este documento constituye un aporte para la localización de productos peligrosos, las medidas a tomarse en caso de incendio y de fuga accidental de productos peligrosos, la seguridad de los establecimientos industriales, la necesidad de realizar campañas de información al público. El plan plantea de entrada algunos principios y responsabilidades clave en especial en términos de recursos financieros, lo que certifica el compromiso político del ejecutivo metropolitano en materia de prevención de riesgos. Lo que atañe al riesgo volcánico está mejor desarrollado que lo referente a los otros tipos de amenazas, lo que muestra claramente el peso de la experiencia en la implementación de la preparación.

No obstante, el plan de seguridad presenta ciertas debilidades que traducen la inestabilidad y la juventud del organismo que lo elaboró (véase más adelante el capítulo 14 sobre la institucionalización de los riesgos). Las medidas a tomarse son, en su mayoría, una lista no jerarquizada de acciones genéricas imprecisas, las responsabilidades y competencias son confusas e incluso jurídicamente inexactas (y en ciertos casos totalmente contraproducentes), la significación de las alertas sigue siendo aproximativa. Además, no se menciona la implicación de ciertas entidades municipales capaces de desempeñar un papel decisivo en caso de crisis, como el 911 o la Policía Metropolitana, ni tampoco la Dirección Metropolitana de Comercialización encargada del abastecimiento alimentario. De una manera general, la ausencia de participación de las diferentes entidades metropolitanas en la realización y en la validación de este plan compromete su eficacia. Sin embargo, anteriormente, debido a la crisis volcánica del Pichincha, la casi totalidad de las entidades metropolitanas encargadas de los servicios públicos en el DMQ habían implementado planes de contingencia que detallan las responsabilidades, los procedimientos internos, las tareas a cumplirse y las etapas de coordinación con otras instituciones, en función de las alertas y de los daños experimentados.

17 «Plan Metropolitano de Seguridad Desastre N° 2000-002-DGSC-MDMQ para el Distrito Metropolitano de Quito».

Utilizar la experiencia: dos ejemplos significativos

Más allá del esfuerzo de preparación generado por la situación de crisis de 1998-1999, ciertas instituciones supieron extraer enseñanzas de las experiencias vividas con la caída de ceniza para corregir, adaptar o rediseñar sus planes de contingencia.

Para ilustrar la dimensión que puede adquirir la evolución de los planes de contingencia si se considera la experiencia para mejorar su eficacia y disminuir el impacto de las crisis en la vulnerabilidad del Distrito, se puede citar el caso del aeropuerto Mariscal Sucre, elemento esencial del funcionamiento del DMQ. Cuando tuvo lugar la primera caída de ceniza en octubre de 1999, el aeropuerto suspendió sus actividades durante 9 días, provocando graves perturbaciones en especial económicas. Después de analizar la situación de crisis vivida, la Dirección General de Aviación Civil (DAC), encargada de la administración del aeropuerto, revisó completamente su plan de emergencia. Al producirse la segunda un mes después, el tráfico aéreo fue suspendido solamente durante 4 días, lo que demuestra una real mejora del plan de emergencia (UPAD-DGP e IRD, 1999) y lo eficaz que resulta tener en cuenta la experiencia.

En lo que respecta a la EMAAP-Q, el plan de contingencia actualizado en 2003 detalla las acciones de preparación a realizarse, prevé la formación de comités, la localización de un centro de operaciones; identifica los puntos vulnerables del sistema de abastecimiento de agua potable y de la red de alcantarillado, evalúa los daños posibles, el cronograma de las intervenciones, los responsables y el equipo disponible. El dispositivo implantado cubre todos los elementos que componen las redes y toma en cuenta la situación del personal requerido para las reparaciones. Se debe agregar que la EMAAP-Q desarrolla igualmente, «aguas arriba» de las situaciones de crisis, acciones de prevención más general a través de sus campañas de información y de limpieza de las quebradas.

En otro contexto, el nivel de preparación de la EMAAP-Q frente a una situación de emergencia se reveló en 2003 cuando la contaminación accidental por el oleoducto de la laguna de Papallacta, fuente principal de abastecimiento de la planta de tratamiento de Bellavista. En efecto, esta catástrofe ecológica no provocó perturbación mayor en el abastecimiento de agua en Quito, gracias a la capacidad de reacción de la empresa y a las alternativas de abastecimiento que habían sido implementadas a través del proyecto «Optimización de Papallacta».

Preparación e información del público: la prensa y el trabajo con la población en los barrios

El papel clave de la prensa escrita

La preparación de las instituciones públicas es ciertamente importante, pero es igual de importante que la población esté informada y comprenda los objetivos de las medidas de protección a tomarse. La experiencia muestra que los medios de comunicación desempeñan un papel importante de información y

de preparación de la población frente a los desastres (UNDRO/UNESCO, 1985), por una parte, al proporcionar informaciones inmediatas en términos de prevención y de preparación, y por otra, contribuyendo mediante la información y la explicación a prevenir los temores, el pánico y la confusión. A este respecto, el trabajo realizado por el diario nacional *El Comercio* ha sido particularmente notable. La reactivación del Guagua Pichincha y la promulgación de la alerta amarilla en 1998 marcaron el inicio de una implicación muy fuerte del diario en el tema de los riesgos, justificada en especial por el estatus de Quito de capital del Ecuador y por tanto por las consecuencias posibles de una erupción del Pichincha para el país en su conjunto. Durante toda la crisis, el diario publicó cotidianamente una página entera de informaciones, de análisis y de recomendaciones útiles para la población. Dadas la incertidumbre y la falta de experiencia en el manejo de este tipo de situación, optó por la estrategia editorial de información y de educación de la población, posición que había adoptado ya al momento del fenómeno El Niño. La forma y el contenido de los artículos fueron elaborados de manera metódica con el objetivo de que la población pueda conservar y por tanto acumular las informaciones pertinentes.

Esta política marca una diferencia fundamental en relación con otros medios de comunicación como la televisión o la radio que procedieron a un tratamiento de la situación más como un suceso; se puede entonces suponer que su impacto en términos de preparación de la población fue claramente menos eficaz.

El trabajo a proximidad de los organismos de manejo de crisis con la población en los barrios

La declaración de la alerta amarilla en 1998 condujo a la intervención de diferentes organizaciones en los barrios a fin de formar e informar a la población en especial en los sectores considerados como los más expuestos a los flujos de lodo. Ciertos organismos están presentes en el terreno desde hace una década, como la Federación de la Cruz Roja Ecuatoriana y la Defensa Civil, pero también hay entidades menos implicadas en el manejo de crisis como CIUDAD[18]. Otras instituciones (iglesias, ONG, asociaciones) intervinieron igualmente en los barrios para ayudar a la población a disminuir su vulnerabilidad estando mejor preparada para enfrentar una situación de emergencia.

Desde inicios de los años 1990, la Cruz Roja desarrolla un programa destinado a ayudar a la población de los barrios a responder a situaciones de emergencia, elaborando con las comunidades dos tipos de planes:

- el «Plan familiar», destinado a reducir la vulnerabilidad de las familias trabajando sobre la vivienda y la organización familiar en caso de crisis (identificación de las vías de evacuación, del lugar de encuentro de la familia...);

[18] Centro de investigaciones urbanas creado en 1975.

- el «Plan comunitario», que comprende mapas comunitarios de riesgos para identificar los lugares peligrosos y los espacios seguros. Elabora la lista de habitantes del barrio y prevé la formación de brigadas con voluntarios del barrio capacitados en primeros auxilios, prevención de incendios, reconocimiento de las vías de evacuación, etc.[19]

Un levantamiento sistemático de la información relativa a los actores, al contenido de sus operaciones y a los barrios concernidos permitiría identificar sectores geográficos particularmente vulnerables, socialmente o desde el punto de vista de su exposición, que no han sido objeto de este tipo de intervención. Este procedimiento posibilitaría la orientación geográfica del trabajo de preparación en los barrios y evitaría las acciones desordenadas de las diferentes instituciones que se han desarrollado sucesivamente en ciertos barrios, sin coordinación, lo que ha podido provocar angustia y confusión en los habitantes.

Además de su preparación interna, ciertas instituciones han implantado igualmente mecanismos de información y formación del público frente a amenazas determinadas o en espacios particularmente expuestos. Es el caso, por ejemplo, de la EMAAP-Q con la población instalada al borde de las quebradas, en el marco del proyecto «Laderas del Pichincha» (véase más adelante).

Las situaciones de crisis vividas con ocasión de las caídas de ceniza de 1999 y 2002 reactivaron una conciencia de los riesgos volcánicos que involucró a todo el mundo en el DMQ. La consecuencia es una mejora general de la receptividad y de la calidad de las medidas de prevención y de preparación, tanto de las instituciones administrativas y políticas responsables del funcionamiento normal del territorio, como de los organismos específicos de manejo de crisis, y de la población. Sin embargo, es lamentable que no se hayan aprovechado las crisis para sacar el mejor partido de esas experiencias de manera sistemática. El análisis de la experiencia vivida permite en efecto no solamente mejorar la eficacia de los planes de contingencia, sino también evidenciar los puntos críticos de vulnerabilidad.

5. Grandes obras y políticas de contención de la amenaza: polémicas

Ciertas obras de ingeniería civil, destinadas explícitamente a reducir la vulnerabilidad del Distrito actuando sobre la amenaza, están diseñadas para disminuir la probabilidad de ocurrencia de una amenaza, para confinar sus efectos potenciales, proteger a las personas y bienes expuestos. Se trata ya sea de construir obras de protección o de reforzar la estructura de las edificaciones frente a los sismos. En la gran mayoría de casos, están previstas para enfrentar

[19] Desgraciadamente, la fuerte emigración que se experimenta en el Ecuador desde hace varios años compromete esta iniciativa privando a los barrios de jóvenes capacitados en este campo.

un solo tipo de amenaza de origen natural. Son, por ejemplo, diques, represas, canales para encauzar crecidas y aluviones, filtrar los elementos gruesos, evitar inundaciones; obras de estabilización de las laderas mediante la construcción de terrazas y de sistemas de drenaje.

Esta forma de reducción de la vulnerabilidad se restringe a la contención de la amenaza en una concepción muy positivista de la técnica capaz de retener fenómenos de origen natural. Basados en el conocimiento de la amenaza y por tanto en estudios desarrollados «aguas arriba» de su realización, las obras de protección muestran claramente la articulación existente entre, por una parte, el conocimiento del riesgo y, por otra, las acciones de reducción de la vulnerabilidad. Es efectivamente una forma particular del conocimiento del riesgo aquella que concierne los mecanismos físicos de la amenaza, lo que conduce a la realización de obras o al refuerzo de estructuras destinadas a influir en esos mecanismos físicos, en el sentido de una disminución de la amplitud del fenómeno y de sus consecuencias espaciales.

Las tres operaciones presentadas a continuación son representativas de las modalidades de reducción de la vulnerabilidad mediante la contención de la amenaza en el DMQ. Se trata de ejemplos de realizaciones materiales destinadas a disminuir la vulnerabilidad de ciertos espacios: las obras ejecutadas en el marco del proyecto «Laderas del Pichincha», la construcción del dique del río Pita y pequeñas obras de protección construidas en los barrios. Este panorama concluye con la presentación de las medidas tomadas para impulsar la construcción parasísmica.

El proyecto «Laderas del Pichincha»: un esfuerzo considerable, un balance moderado

El proyecto «Laderas del Pichincha», diseñado a inicios de los años 1980, se presenta como el gran programa de prevención de los riesgos del Distrito. Realizado por la EMAAP-Q y en gran parte gracias a préstamos del BID, su principal objetivo es controlar el flujo de las aguas lluvia en los flancos del Pichincha. Se trata de edificar una serie de obras para evitar los deslizamientos de terreno, las crecidas, las inundaciones, los aluviones y las sobrecargas en el sistema de alcantarillado. Más del 50% del financiamiento de la primera fase[20], limitada a las vertientes centro y norte de la ciudad de Quito, se dedicó a la realización de obras de contención y al mantenimiento de los colectores de la red de alcantarillado. Así, se construyeron 170 obras mayores y 80 de menor dimensión en 32 quebradas. Una pequeña parte de los fondos se destinó al manejo de los desechos, a la instalación de estaciones para el seguimiento de los parámetros hidrológicos de las vertientes y a la información de la población.

Pese a la cantidad y la importancia de las obras realizadas, las inundaciones que soportó el centro de

[20] Evaluado en 25 millones de dólares, de los cuales 20 provienen del BID y 5 del MDMQ.

Quito en 2000 demostraron los límites de lo que se puede esperar de obras de este tipo en términos de protección. En efecto, los trabajos ejecutados no evitaron las víctimas y los daños. Además, como muchas obras de protección están construidas de tierra, no solamente pesa una duda sobre su eficacia sino que, según los expertos, no se excluye la hipótesis de que las obras mismas generen nuevas amenazas (ruptura de represas, aluviones), lo que ha suscitado debate.

El Programa de Saneamiento Ambiental (PSA) constituye la segunda fase del proyecto «Laderas»[21]. Este programa toma también en cuenta la parte centro y sur de la ciudad y debería dedicar 39 millones de dólares a la realización de pequeñas obras de retención de los aluviones, de protección de zonas naturales, al mejoramiento de la red de desagüe, a la información de la población y a la reubicación de las viviendas situadas en zonas de riesgo demasiado elevado. El programa ha sido reformulado para disminuir la proporción de obras y desarrollar acciones destinadas a mejorar el manejo del medio natural y las infraestructuras urbanas básicas (abastecimiento de agua y alcantarillado).

[21] Cincuenta millones de dólares, de los cuales 40 provienen del BID y 10 de la EMAAP-Q.

El dique del río Pita: una polémica no resuelta

La idea de construir un dique para limitar el impacto de los lahares que podrían afectar gravemente al Distrito Metropolitano en caso de erupción del Cotopaxi está en discusión desde hace varios años. En 1997, la ESPE realizó un estudio de prefactibilidad para la construcción de un dique de 12 metros de altura, cuyo costo se acercaría al medio millón de dólares. Habiéndose tornado caduco por la modificación de la topografía del sitio ligada a la explotación de una cantera, la misma institución realizó un nuevo estudio en 2003 retomando la idea de que la construcción de un dique es capaz de limitar la gravedad de las consecuencias de una erupción del volcán: «Es factible impedir que el flujo se desborde hacia el río Santa Clara, evitando así la afectación de importantes y densamente pobladas zonas urbanas en Sangolquí y Selva Alegre, mediante la construcción de un dique en el sitio "La Caldera", en el que el flujo que desciende desde el volcán, por el río Pita, desborda hacia el río Santa Clara" (ESPE, 2003). El IG, por su parte, cuestiona la pertinencia de esta propuesta en la medida en que la protección que ofrece dependerá de la magnitud —hoy en día desconocida— de la erupción.

Para las autoridades responsables de la prevención de los riesgos, en este caso el Consejo Provincial de Pichincha, la controversia entre las dos instituciones impide cualquier toma de decisión, en la medida en que no están en capacidad de juzgar el fundamento de los argumentos científicos y técnicos.

Realización de pequeñas obras en los barrios

Entre las obras realizadas con el objetivo específico de reducir los efectos de las amenazas, se pueden citar igualmente las pequeñas ejecutadas en los barrios, tales como la excavación de zanjas de desagüe y de pequeños canales, la colocación de rejillas a la entrada de los colectores para evitar su obstrucción, la construcción de muros de contención para limitar las inundaciones y los deslizamientos de terreno.

Este tipo de obras, aunque de importancia limitada, contribuyen puntualmente a la reducción de los riesgos de varias maneras. Las ONG, cuya práctica de intervención es casi siempre local y dirigida, son actores clave de este tipo de operación que apunta, mediante la realización de pequeñas obras de mantenimiento o de construcción, a reducir los riesgos en los barrios expuestos donde la población es particularmente vulnerable[22]. Al mismo tiempo, esta acción de proximidad permite una mejor información de la población sobre los riesgos y su vulnerabilidad y una mejor apropiación de las acciones que permiten reducirlos.

La construcción parasísmica

En el Ecuador, país sometido a una amenaza sísmica de alto peligro, construir edificaciones según las normas parasísmicas es un procedimiento que parece evidente. Sin embargo, la cuestión está lejos de haber sido resuelta. Las diferentes facultades de ingeniería civil del país forman profesionales de la construcción sensibles a la problemática de la prevención de riesgos. Es en especial el caso de la FIC de la EPN, que colaboró, a principios de los años 1990, en el escenario sísmico de Quito mediante el análisis de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones, particularmente de ciertos hospitales y escuelas[23]. Paralelamente, la FIC ha desempeñado un papel nada despreciable en la elaboración y la revisión del Código de la Construcción. Este documento normativo cuyas disposiciones se imponen a todas las edificaciones del país, estipula reglas técnicas a respetarse para asegurar la calidad, en especial parasísmica, de las construcciones (véase el capítulo siguiente).

Pese a este marco normativo claro, varios fenómenos coadyuvan a limitar dramáticamente su eficacia. En primer lugar, se considera que el 60% de las construcciones del DMQ son ilegales en el sentido en que no han obtenido la aprobación municipal. Gran parte de estas corresponden, evidentemente, a la autoconstrucción de los barrios populares. Esta situación concreta pone en evidencia la relación

[22] Como las pequeñas obras realizadas en 2000 por la ONG italiana COOPI en los barrios La Primavera, Atucucho, El Panecillo, La Colmena, Nueva Aurora (COOPI, 2002).

[23] Véase, por ejemplo, Escuela Politécnica Nacional, GeoHazrds Internacional, *Proyecto de seguridad sísmica para las construcciones escolares de Quito, Ecuador: Invirtiendo en el futuro de Quito* (Stanford: GeoHazards Internacional, 1995), 36 p.

directa entre vulnerabilidad y nivel de desarrollo de la sociedad. Además, la concesión del permiso de construcción y los controles se efectúan según criterios arquitecturales y en planos, y no con base en la calidad estructural real de la construcción, lo cual no garantiza la calidad antisísmica de las edificaciones[24]. Finalmente, el costo financiero es igualmente una limitación importante para la aplicación de las normas de construcción parasísmica, tanto en el sector privado como en el público. Es lo que muestra el ejemplo de los hospitales: las recomendaciones que hizo la FIC en materia de refuerzo de las estructuras a inicios de los años 1990 en el marco del escenario sísmico no se han reflejado en acciones.

En esta modalidad particular de reducción de la vulnerabilidad que constituye la construcción parasísmica y de obras de contención de las amenazas, la distribución de los papeles está relativamente clara. Las autoridades públicas se encargan de las grandes operaciones, las ONG intervienen puntualmente para la realización de pequeñas obras en los barrios desfavorecidos y los profesionales proponen normas parasísmicas. Las obras de contención de las amenazas muestran claramente la articulación entre conocimiento del riesgo y búsqueda de una reducción de la vulnerabilidad. Es efectivamente el conocimiento del riesgo restringido al limitado conocimiento de la amenaza lo que conduce a la realización de este tipo de obras. De allí los debates que suscitan estas operaciones, sin contar lo que financieramente está en juego. Por otra parte, se sabe que la construcción de obras de protección puede tener como efecto un aumento del riesgo en la medida en que la ilusión de seguridad puede engendrar comportamientos imprudentes como, por ejemplo, levantar las restricciones de uso del suelo en la zona en cuestión. Además, al creerse protegida la población, el interés por las demás formas de reducción de la vulnerabilidad tiende a ser menor (Dauphiné, 2001).

6. Las formas inutilizadas o mal conocidas de reducción de la vulnerabilidad

El papel inexistente del seguro en materia de prevención

Los seguros pueden desempeñar un papel en la reducción de la vulnerabilidad bajo dos ángulos: primeramente, el asegurador puede exigir al cliente algunas condiciones de seguridad o localización para aceptar asegurar sus bienes y negocios, lo cual le permite de cierta manera cumplir una función en la prevención; en segundo término, la indemnización a una familia, una institución o una empresa es importante para las fases de recuperación y de reconstrucción, al permitir reinstaurar una situación normal más rápi-

[24] A fin de superar la dificultad que presenta la construcción ilegal y reducir a la vez la vulnerabilidad de las construcciones frente a los sismos, el MDMQ está reflexionando sobre una modificación de los procedimientos de aprobación, lo que podría encargarse directamente a profesionales en ese campo.

damente y en mejores condiciones, en especial económicas. ¿Qué ocurre en este campo en el Ecuador y en el DMQ?

En el Ecuador, las aseguradoras ofrecen la posibilidad de asegurar «bienes tangibles, reales que pueden ser afectados o destruidos por situaciones accidentales e imprevistas, ya sea por la voluntad del ser humano o por las fuerzas de la naturaleza»[25]. De manera más explícita, las pólizas de seguro garantizan una indemnización en caso de destrucción o pérdidas debidas a todo tipo de evento: incendio, sismo, maremoto, explosión, inundación, pero también motines, huelgas, sabotaje o malversación. Los bienes que pueden asegurarse pueden ser tanto bienes personales de todo orden como equipos, mercadería o dinero, infraestructuras, cosechas o ganado. Es posible incluso asegurarse frente a pérdidas de dinero o de ganancias en caso de interrupción de una actividad lucrativa.

Se puede constatar entonces que los seguros presentan todo un abanico de coberturas que amparan tanto a las personas, como a los bienes y los negocios, y que pueden indemnizar por la mayoría de siniestros previsibles. Sin embargo, pese a la diversidad de seguros posibles, a los riesgos que se corren y a lo que se puede perder, el seguro de vehículos representa por sí solo cerca de una cuarta parte del volumen de negocios de las aseguradoras en el Ecuador, mientras en los países industrializados esa cifra no supera el 6%. Los mayores clientes de las aseguradoras son empresas estatales, del sector petrolero, de la producción de energía eléctrica y del transporte aéreo. El seguro individual, a no ser el que atañe a los vehículos, es casi inexistente.

En cuanto al papel preventivo del seguro, hay que destacar que este es totalmente inexistente en la medida en que el análisis de un pedido de seguro por parte de una empresa, por ejemplo, no considera la localización como una información necesaria. La evaluación del riesgo está dada esencialmente por parámetros económicos, tales como la proximidad de la materia prima o del mercado, pero la exposición de las instalaciones a amenazas no es tomada en cuenta.

Solamente en ciertos casos se considera la localización para tramitar los pedidos de indemnización, pero de manera indirecta cuando tiene incidencia en la determinación de la causa del siniestro. Es así como los seguros verifican regularmente en el INAMHI que un siniestro se debe efectivamente a una situación meteorológica excepcional, tal como lo declaran los asegurados[26]. Después de la caída de ceniza de El Reventador, algunas compañías de seguros solicitaron informaciones sobre las cantidades de ceniza caída para calcular la indemnización a pagarse a las plantaciones de flores.

---

25 Ley General de Seguros, Registro Oficial Nº 290 del 3 de abril de 1998.

26 Estas consultas de las aseguradoras al INAMHI constituyen un ingreso para el instituto.

Para completar el panorama más bien sombrío que presentan los seguros en materia de prevención de los riesgos y de reducción de la vulnerabilidad, se aprovecharon las innumerables entrevistas realizadas en el marco de este capítulo para preguntar en las diferentes instituciones implicadas en la reducción de la vulnerabilidad si están cubiertas por un seguro. Las respuestas confirman en todo punto el cuadro que se elaboró rápidamente: ninguno de los organismos tiene un seguro que cubra sus edificios, su maquinaria pesada o sus equipos. Las únicas pólizas citadas se refieren al personal en el campo (por ejemplo el INAMHI o la Cruz Roja), a la responsabilidad civil (en el caso de las obras públicas ejecutadas por la EMOP o las empresas que administran el trolebús) y los seguros de vehículos.

Mejorar la accesibilidad, los servicios y las comunicaciones, desarrollar las alternativas

El mejoramiento de la cobertura del territorio en términos de equipamientos, infraestructuras, comunicaciones y servicios básicos puede contribuir a reducir la vulnerabilidad del mismo. Esta calidad es al mismo tiempo un indicador de desarrollo y de bienestar económico y social. Es a la vez crucial para los diferentes espacios del Distrito disponer de un mínimo de equipamientos y servicios de proximidad para asegurar una cierta autonomía de funcionamiento del territorio. Esto significa una capacidad de reacción «autónoma» y al mismo tiempo disponer de una accesibilidad y de alternativas que permitan recurrir al exterior en caso de emergencia y también en condiciones de funcionamiento normal. No se trata solamente de definir posibilidades de acción en una situación de crisis general sino de tomar en cuenta la vulnerabilidad del funcionamiento normal de los diferentes elementos esenciales y sectores geográficos del DMQ por su mayor o menor accesibilidad, su fuerte dependencia frente a las redes de infraestructura y la falta de alternativas.

Ahora bien, casi nada se hace en este campo. La reducción de la vulnerabilidad mediante el mejoramiento de la accesibilidad, de las comunicaciones o de la disminución de la dependencia frente a las redes, es una política poco o nada aplicada. La información recopilada es demasiado sucinta, lo que demuestra el poco interés que se atribuye a esta manera de reducir los riesgos en el DMQ. Por otro lado, se sabe que la política general del MDMQ es efectivamente la de extender los servicios e infraestructuras a toda la población y que el crecimiento demográfico y la amplitud de los déficits acumulados en servicios y equipamientos urbanos dificulta enormemente esta tarea. No obstante, la definición de las prioridades en este gran campo no tiene en cuenta la dimensión «reducción de la vulnerabilidad» que aporta la mejora de la accesibilidad, de las infraestructuras y de las alternativas.

Se puede, por otro lado, apreciar la amplitud de la cuestión subrayando que todas las instituciones en que se realizaron entrevistas para la redacción de este capítulo, es decir organismos directamente implicados en la problemática de los riesgos, dependen

por su parte de las redes públicas de agua y de electricidad para su funcionamiento, salvo la EPN que dispone de una alternativa. En lo que respecta a las comunicaciones, la situación es más diversificada y, globalmente, las instituciones directamente implicadas en el manejo de crisis tienen alternativas gracias a sistemas de radio o a la telefonía celular. Algunas enfrentan problemas de accesibilidad terrestre, en especial por la congestión de la circulación.

En lo que atañe a la accesibilidad, se puede destacar que la misma Dirección Metropolitana de Transportes no toma en cuenta los riesgos al elaborar su estrategia de planificación, lo que es significativo de la desconexión entre la prevención de riesgos, las modalidades posibles de reducción de la vulnerabilidad y las acciones sectoriales.

Entre los procedimientos más eficaces de reducción de la vulnerabilidad figura la creación de alternativas de funcionamiento, lo que concierne todos los campos (escuelas, redes, etc.). Se han podido observar iniciativas muy positivas con el proyecto «Optimización de Papallacta» de la EMAAP-Q o la construcción, por parte de Transelectric, de la subestación Pomasqui y de la línea de alta tensión Pomasqui/Santa Rosa que constituyen una alternativa valiosa en caso de falla de la subestación Santa Rosa. Estos proyectos van en el sentido que preconizamos incluso si inicialmente su óptica (mayor abastecimiento del Distrito en agua o electricidad) no era precisamente la de reducir la vulnerabilidad debida a posibles fallas. Se debería entonces vincular más sistemáticamente la cuestión de las alternativas de funcionamiento y la de reducción de los riesgos en los diversos campos del funcionamiento del DMQ.

Conclusión

Las modalidades de reducción de la vulnerabilidad tratadas en este capítulo evidencian un real esfuerzo realizado en los campos del conocimiento científico de los riesgos que conviene proseguir, en especial en ciencias sociales, a fin de hacerlo más directamente utilizables por parte de quienes manejan el territorio. Por otro lado, si bien la vigilancia volcánica, sísmica e hidroclimática está actualmente asegurada, la insuficiencia de recursos económicos de los organismos encargados, que se refleja en especial en reducciones de personal, hace pesar una incertidumbre en cuanto a la continuidad de las acciones desarrolladas en términos de vigilancia de las amenazas.

La preparación de la administración y de la población para la crisis mejoró enormemente desde 1998, gracias a las crisis volcánicas y al impulso político, social e institucional que crearon. Sin embargo, el DMQ no aprovechó la oportunidad de avanzar analizando de manera sistemática las experiencias vividas y la adaptación de los planes de contingencia al interior de las instituciones y de los barrios. Se trata de una dinámica de preparación que sería útil formalizar.

Paralelamente, las obras concretas de protección se han multiplicado en el marco del proyecto «Laderas del Pichincha», aunque susciten una cierta polémica.

Finalmente, existen ciertas acciones que hacen parte de las tareas cotidianas de la administración metropolitana y que constituyen un yacimiento aún inexplotado de reducción de la vulnerabilidad: mejorar la accesibilidad, las infraestructuras básicas y las comunicaciones, tanto de los elementos esenciales como de todos los sectores geográficos del DMQ. El desarrollo de alternativas en todos los campos del funcionamiento del Distrito, pensadas en función de riesgos potenciales, constituye igualmente una fuente aún poco explotada de reducción de la vulnerabilidad.

CAPÍTULO 14

La institucionalización de los riesgos en el DMQ

1. Enfocar los riesgos en una perspectiva política

La institucionalización de los riesgos consiste en implantar instituciones, es decir normas y reglamentos, organismos políticos, estructuras y procedimientos administrativos, destinados a prevenir los riesgos y a responder a situaciones de emergencia de manera organizada, institucionalizada. Desde este punto de vista, la institucionalización de los riesgos remite objetivamente al control social ejercido sobre un territorio y una población en nombre de la prevención de los riesgos.

Pero la construcción institucional del riesgo supone también ponerlo en evidencia en la escena pública, reconocer no solo los peligros sino también la responsabilidad de las autoridades políticas y su capacidad de actuar en términos de prevención. La institucionalización de los riesgos hace por tanto que ingresen en el campo político el manejo y la prevención de los riesgos y se convierte así a la vez en un asunto de poder y en objeto de debate público. Además, el proceso de institucionalización de los riesgos en el DMQ se ubica en un contexto de reivindicación política de las autoridades metropolitanas frente al poder central[1].

1 Véase Metzger, D'Ercole y Sierra, 1999.

El pre-requisito fundamental para la institucionalización de los riesgos es evidentemente el reconocimiento de la legitimidad no solamente técnica sino ante todo política de la cuestión y por tanto de la necesidad de inscribir la prevención de los riesgos en textos jurídicos y en estructuras políticas y administrativas. La formalización del reconocimiento de la cuestión de los riesgos en la organización jurídico-institucional de un territorio es una dimensión esencial de la disminución de la vulnerabilidad.

Se puede afirmar que, desde finales de los años 1970, las investigaciones desarrolladas en Quito han contribuido a sensibilizar a los responsables políticos frente a la problemática de los riesgos y a la necesidad de prepararse. Esta generación de conocimiento, asociada al contexto particular de los años 1990 en materia de riesgos, favoreció el surgimiento de una política municipal de prevención y de manejo de los riesgos, mediante la implantación de estructuras y dispositivos legales destinados a mejorar la prevención.

Este capítulo[2] presenta las principales manifestaciones de la institucionalización de los riesgos en el DMQ, esbozando primeramente el marco nacional en el que ella ocupa un lugar. Luego se reseña la formalización institucional de los riesgos en la administración del Distrito Metropolitano con base en tres grandes dispositivos: la planificación preventiva del territorio, por una parte, los instrumentos de la prevención por otra y finalmente las estructuras de manejo de las situaciones de crisis.

2. La multiplicación de los actores a nivel nacional

La Defensa Civil: actor histórico en vías de marginación

La institucionalización de los riesgos en el Distrito Metropolitano se inscribe primeramente en un contexto nacional. En la legislación ecuatoriana, las competencias y los procedimientos a seguirse en situación de emergencia son definidos por la Ley de Seguridad Nacional[3]. Esta estipula claramente que en caso de catástrofe natural o antrópica, es la Defensa Civil la responsable de las acciones a desarrollarse para manejar la situación de crisis[4]. Esta institución nacional está dirigida por una autoridad militar de alto rango.

La Defensa Civil es una «actividad de servicio permanente del Estado». Su función es «desarrollar y coordinar las medidas de todo orden destinadas a predecir y prevenir desastres de cualquier origen; a limitar y reducir los daños que tales desastres pudiesen causar a

2 Redactado a partir de una investigación realizada por Tania Serrano, bajo la dirección de R. D'Ercole (Serrano y D'Ercole, 2004).

3 Ley de Seguridad Nacional del 26 de mayo de 1961, Registro Oficial N° 352 del 30 de octubre de 1961.

4 En caso de guerra o de graves trastornos políticos, la autoridad competente son las Fuerzas Armadas.

personas y bienes; así como a realizar en las zonas afectadas acciones de emergencia para permitir el retorno de la normalidad del régimen administrativo y funcional en todos los órdenes de actividad» (Art. 82). En situación de emergencia nacional, la ley prevé explícitamente que todas las autoridades públicas, a todo nivel territorial, deben someterse a las directivas de la Defensa Civil (Art. 107). Esta tiene igualmente autoridad para conminar a las personas a participar en los esfuerzos de rehabilitación y reconstrucción. El edificio institucional ecuatoriano constituido por la Ley de Seguridad Nacional se basa en una concepción más bien militar de la seguridad pública.

La Defensa Civil es una estructura organizada por nivel territorial. Cada nivel reúne a las más altas autoridades políticas, administrativas, militares y eclesiásticas presentes en el territorio correspondiente (el representante del Estado, la cabeza del poder ejecutivo electo del territorio, de las Fuerzas Armadas, de la Policía, de la Iglesia y representantes de los ministerios y medios de comunicación). Existe así una Dirección Nacional de Defensa Civil, Juntas Provinciales, Jefaturas Cantonales y Jefaturas Parroquiales. La legislación nacional no presenta ambigüedad alguna: es a la Defensa Civil, instancia nacional, a quien incumbe la responsabilidad de coordinar la planificación y el seguimiento de las acciones de prevención y de preparación, y de organizar los auxilios y la reconstrucción.

Al tener relativamente pocos recursos propios, la fuerza de la Defensa Civil radica en su capacidad técnica de coordinar y su capacidad política de movilizar. Ahora bien, no es reconocida por las otras instituciones como la autoridad coordinadora a la cabeza del dispositivo nacional de prevención de riesgos, ni en período normal ni en situación de crisis. Es más bien percibida como un actor de la preparación y atención de emergencias entre otros actores locales. Por cierto, durante las últimas situaciones de crisis que ha vivido el país, la marginación de hecho de la Defensa Civil se ha manifestado de manera patente.

Así, en octubre de 1997, para enfrentar el fenómeno El Niño, el ejecutivo nacional crea mediante decreto una administración ad hoc, el COPEFEN[5], adscrita directamente a la Presidencia de la República. Un año más tarde, el gobierno ecuatoriano crea otra instancia, CORPECUADOR[6], para el manejo de la rehabilitación y reconstrucción de vías en las zonas afectadas por El Niño. En 2002 las competencias del COPEFEN son ampliadas a la coordinación de los aspectos técnicos, económicos, administrativos, financieros y operacionales del «Programa de emergencia para afrontar los fenómenos naturales».

---

5 Unidad Coordinadora del Programa de Emergencia para enfrentar el Fenómeno El Niño, Decreto ejecutivo Nº 740, publicado en el Registro Oficial Nº 178 del 22 de octubre de 1997.

6 Corporación Ejecutiva para la Reconstrucción, Registro Oficial Nº 378 del 7 de agosto de 1998.

En lo que respecta al manejo de las situaciones de crisis, surge una nueva iniciativa nacional en 1995 con la creación de la Comisión Interinstitucional de la Red de Emergencias Médicas (CIREM), con el impulso del Ministerio de Salud Pública[7]. Esta comisión federa la acción de las instituciones implicadas en el tratamiento de las emergencias médicas (hospitales públicos, Policía, Bomberos, Cruz Roja y Defensa Civil). Organismo público dotado de personalidad jurídica y de autonomía administrativa y financiera, la CIREM está encargada de organizar y hacer funcionar los servicios de emergencias médicas en todo el país, función que hasta entonces correspondía a la Defensa Civil. La Comisión Nacional de Salud y Atención de Emergencias (CONASAE), otra iniciativa del Ministerio de Salud, creada recientemente y compuesta por la CIREM, las facultades de medicina y enfermería, los hospitales y los colegios de médicos, no tiene aún una existencia bien definida.

Finalmente, viene a sumarse a las instituciones existentes un Comité Nacional de Crisis, constituido por representantes de ministerios, el Director Nacional de la Defensa Civil, representantes del COPEFEN, de CORPECUADOR y del INNFA, destinado a coordinar las acciones para enfrentar las catástrofes que son objeto de declaratoria de emergencia nacional.

La marginación de la Defensa Civil se concreta entonces en primer término al interior mismo de la administración del Estado con el desmembramiento progresivo de sus competencias exclusivas. La creación de nuevos organismos cuyas competencias se superponen viene a minar su monopolio. Paralelamente, la multiplicación de los actores nacionales oscureció el edificio institucional encargado de los riesgos. En segunda instancia, la tradición de monopolio del poder central en materia de seguridad civil fue cuestionada cuando los eventos del volcán Guagua Pichincha en 1998-1999, con la descentralización del manejo de la crisis a nivel del ejecutivo metropolitano de Quito[8] (véase más adelante).

La consideración de los riesgos en la planificación nacional

La ODEPLAN[9], organismo técnico encargado de la planificación del territorio nacional, depende directamente de la Presidencia de la República. Su papel es definir los «objetivos nacionales en materia económica y social, fijar metas de desarrollo a corto, mediano y largo plazo y orientar la inversión con carácter obligatorio para el sector público y referencial para el sector privado»[10]. La omisión de la problemática de

7 Acuerdo Ministerial N° 2309 del 7 de septiembre de 1995, publicado en el Registro Oficial N° 82 del 7 de diciembre de 1998.

8 Véase Metzger, D'Ercole y Sierra, 1999.

9 Oficina de Planificación Nacional, antes JUNAPLA (Junta Nacional de Planificación), y desde febrero de 2004 Secretaría Nacional de Planificación del Desarrollo (SENPLADES).

10 Artículo 254 de la Constitución de la República.

los riesgos en la planificación nacional se evidenció con las recientes catástrofes que tuvieron repercusión nacional, como la rotura del oleoducto a consecuencia del sismo de 1987, el deslizamiento de terreno de La Josefina en 1993[11], o los daños ocasionados por el fenómeno El Niño en 1998. Sin embargo, esta problemática ha adquirido una cierta amplitud desde finales de los años 1990, en especial gracias a un proyecto de la Corporación Andina de Fomento (CAF).

En efecto, en 1999, la CAF lanzó un proyecto con 5 países de la región, cuyo objetivo es «impulsar y apoyar la formulación de políticas nacionales y sectoriales de prevención y mitigación de riesgos así como iniciar una reflexión nacional respecto de la necesidad de contar con esquemas y formas de organización institucionales, orientadas a incorporar la prevención de riesgos en la planificación del desarrollo». Estos objetivos, adoptados por la SENPLADES, dieron lugar a la creación de una comisión nacional cuya meta es elaborar un Sistema Nacional de Gestión de Riesgos. Dicha comisión está integrada por instituciones de investigación y monitoreo —INAMHI, Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), IG-EPN—, organismos de planificación y de manejo local y regional del territorio —Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME), Consorcio de Consejos Provinciales del Ecuador (CONCOPE)—, entidades de manejo y prevención de riesgos (CORPECUADOR, COPEFEN y Defensa Civil), el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Relaciones Exteriores.

Este panorama de la situación institucional ecuatoriana actual, esbozado rápidamente, pone en evidencia que existen en el país varias instancias de carácter nacional, dependientes directamente de la Presidencia de la República y cuya preocupación es el riesgo: la SENPLADES para la planificación del territorio, el COPEFEN para responder a las situaciones de emergencia, CORPECUADOR para la reconstrucción y la Defensa Civil cuyas competencias cubren todos los campos de la prevención, la preparación y la recuperación. A estos organismos se deben agregar la comisión encargada de la elaboración del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y las estructuras de manejo de las emergencias médicas dependientes del Ministerio de Salud.

La multiplicación de los actores nacionales paralelamente a la creciente marginación de la Defensa Civil corresponde a una evolución de la representación, a nivel tanto local como nacional, de lo que debe de ser el manejo de los riesgos. Mientras que los riesgos eran concebidos más bien como una cuestión de seguridad nacional manejada como un asunto militar, hoy en día se trata cada vez más de una cuestión política que incumbe a las instituciones locales asociadas a la sociedad civil.

[11] Véase D'Ercole (Dir.), *Los riesgos naturales y su gestión en el Ecuador*, Bulletin de l'IFEA, N° 25/3, 1996.

3. Avances y límites de la planificación preventiva en el DMQ

Dado el marco jurídico-institucional establecido por la Ley de Seguridad Nacional, la capacidad de acción del DMQ en materia de seguridad pública no podía desarrollarse sino dentro de un proceso de descentralización, propiciado por la Ley de Modernización del Estado de 1993[12]. Este proceso se tradujo primeramente en la Ley de Régimen del Distrito Metropolitano de Quito de ese mismo año que transfiere al Municipio Metropolitano las competencias en materia de uso del suelo, medio ambiente y transporte. En una segunda instancia, la reforma constitucional de 1998 reforzó esta evolución otorgando al gobierno central la competencia para «transferir progresivamente las funciones, atribuciones, competencias, responsabilidades y recursos» a los gobiernos locales y regionales. Se precisa sin embargo que la única función que no puede ser descentralizada es la seguridad nacional.

La consideración explícita de los riesgos en el ordenamiento territorial del DMQ

Entendido como el ordenamiento territorial que no solo limita el uso del suelo en las zonas expuestas a amenazas, sino que además puede optimizar la repartición de la población, de los servicios y equipamientos, así como de las actividades y empleos, de manera que se minimice el impacto de eventuales catástrofes, el papel preventivo de la planificación del territorio ya era más o menos explícito en el primer plan de urbanismo de Quito en 1942. Como la población de la capital ha aumentado muy rápidamente en los años 1970-1990, en especial en zonas sumamente empinadas y muy expuestas a los riesgos de deslizamientos de terreno, de hecho la vulnerabilidad de la población en el territorio metropolitano ha crecido significativamente. Paralelamente, el desarrollo económico y urbano del Distrito, por la multiplicación de los equipamientos, servicios e infraestructuras, y las crecientes interdependencias territoriales tienden a agudizar ciertas formas de vulnerabilidad del territorio, lo que hace aún más necesaria la planificación preventiva.

La Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda es el principal actor de la planificación preventiva del territorio metropolitano. Su acción se traduce directamente en la institucionalización de los riesgos, mediante la elaboración de planes de ocupación del suelo, esquemas directores, normas y reglamentos de uso del suelo.

El Plan General de Desarrollo Territorial —PGDT—, vigente desde 2001, muestra una clara evolución en relación con el plan elaborado una decena de años antes[13]. Fue preparado en un contexto donde la cuestión de los riesgos está particularmente presente —por

[12] Publicada en Registro Oficial N° 349 del 31 de diciembre de 1993.

[13] La ordenanza vigente antes del PGDT y sus instrumentos legales (Plan de Uso y Ocupación del Suelo y

una parte en el marco de la Década Internacional de Reducción de Desastres Naturales (DIRDN) decretada por las Naciones Unidas a partir de 1990 y, por otra, dadas las recientes crisis sísmicas y volcánicas—. Estas contingencias históricas han provocado una real evolución de la representación de los riesgos y del papel de la planificación, y se tradujeron en los artículos 2 y 3 del PGDT que subrayan explícitamente no solo el papel sino efectivamente la responsabilidad de la planificación territorial en el campo de la prevención de los riesgos:

«Art. 2 Contenido.- El Plan determina con carácter normativo: la Clasificación General del Suelo en el DMQ; las etapas de incorporación de suelo urbanizable y las áreas de protección ecológica. Se complementa con los esquemas directores de infraestructura básica, equipamientos, seguridad ante amenazas naturales, transporte, viabilidad, áreas históricas patrimoniales, espacio público, áreas verdes y recreativas.

Art. 3 Objetivos.- Propicia el mejoramiento de la calidad de vida de la población; el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales; la productividad económico-social; la protección del patrimonio natural, cultural, urbano y la superación de los desequilibrios socio-territoriales. Está concebido para posibilitar la creación y defensa del espacio público, la protección del medio ambiente y la prevención de desastres.»[14]

El PGDT es completado por tres documentos reglamentarios que vienen a reforzar su papel en la prevención de los riesgos:

- el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS)[15] está basado en una cartografía detallada y determina, según una zonificación del territorio (véase el mapa 14-1), la constructibilidad, establecida en especial en función de las amenazas de origen natural, las formas de ocupación, las alturas y volúmenes autorizados, etc. (Art. 2);
- el Régimen del Suelo[16] establece las responsabilidades relativas al uso del suelo: los derechos y deberes de los propietarios, las competencias y obligaciones de las entidades municipales, las modalidades de gestión, los procedimientos a seguir para obtener las autorizaciones, etc.;
- las Normas de Arquitectura y Urbanismo[17] establecen las normas técnicas aplicables a las construcciones y al urbanismo, las restricciones, reglamentaciones y servidumbres generales de uso del suelo. Remiten explícitamente a la prevención de los riesgos naturales, ambientales o

Régimen del Suelo) es la Ordenanza de Reglamentación Metropolitana de Quito, N° 3050, publicada en el Registro Oficial N° 342 del 22 de diciembre de 1993.

14 Ordenanza N° 004 aprobada por el Concejo Metropolitano de Quito el 16 de noviembre de 2001.

15 Registro Oficial N° 181 del 1 de octubre de 2003 y Registro Oficial N° 242 del 30 de diciembre de 2003.

16 Registro Oficial N° 187 del 10 de octubre de 2003.

17 Ordenanza N° 3457, Registro Oficial N° 7 del 29 de octubre de 2003.

antrópicos. Estas prescripciones conciernen, por ejemplo, las zonas de fuerte pendiente, las distancias de retiro obligatorias en relación con ciertas infraestructuras, el almacenamiento o las medidas para evitar escapes de sustancias inflamables o tóxicas, las normas técnicas de construcción (entre otras cosas para la prevención de los riesgos sísmicos). Ciertas normas se relacionan directamente con la preparación para las situaciones de crisis, como la reglamentación relativa a las alternativas y la señalización para casos de evacuación de los edificios, la obligación de los hospitales de disponer de un generador de energía eléctrica o de los lugares que acogen al público de prever un puesto de primeros auxilios[18].

Todos estos documentos forman el nuevo marco jurídico en el que debe inscribirse toda intervención en el suelo en el DMQ. Por la primera vez en la historia de la planificación urbana de Quito, el conocimiento de las amenazas de origen natural o antrópico es directamente utilizado para planificar el ordenamiento del territorio y reforzar las normas destinadas a disminuir su vulnerabilidad.

Sin embargo, la planificación sectorial no ha tomado todavía debida nota de esta evolución sustancial de la concepción y de los objetivos de la planificación. Por ejemplo, el Plan Maestro de Transporte no tiene en consideración la cuestión de los riesgos. Dada la importancia de la accesibilidad y de los elementos esenciales de la movilidad para la reducción de la vulnerabilidad (véanse los capítulos 2 y 7), tanto en términos de prevención como en caso de crisis, esta situación contradictoria es preocupante.

Una política restrictiva de legalización de los barrios

El PGDT introdujo una nueva filosofía en relación con los reglamentos urbanos de las administraciones anteriores: pretende ser objeto de una rigurosa aplicación. En efecto, mientras que los límites del espacio urbano o urbanizable eran modificados regularmente para incluir los «asentamientos de hecho», hoy en día, los barrios ubicados en terrenos catalogados como «no urbanizables» no pueden ser objeto de legalización. De la misma manera, las construcciones o lotizaciones en la zona llamada «urbana» no pueden ser aprobados si no respetan las disposiciones establecidas en los documentos legales de la planificación (PUOS, Normas de Arquitectura y Urbanismo y Régimen del Suelo). Finalmente, las construcciones en los espacios clasificados como «urbanizables» deben esperar las «etapas de incorporación» para ser legalizados, a saber 5, 10 ó 15 años según la zonificación del PGDT (véase el mapa 14-2). Paralelamente, la administración metropolitana trata de informar a los propietarios de las restricciones normativas que pesan sobre sus terrenos.

---

18 Véanse por ejemplo los artículos 215, 231 y 311 de las Normas de Arquitectura y Urbanismo.

Actualmente, 47 barrios están situados en zonas catalogadas como «no urbanizables». Aunque la Unidad Suelo y Vivienda de la DMTV, encargada de tratar estos asuntos, tiene la función de reubicar a la población instalada en zonas peligrosas, esta política no ha podido ser implantada debido a su costo prohibitivo.

Claro está que el arsenal jurídico por sí solo no basta. Debe acompañarse de medios eficaces de control lo que aún no es el caso. La política restrictiva de legalización de los barrios conforme a las normas del PDGT remite claramente a una política de prevención de los riesgos. Pero el respeto de las normas en los barrios de autoconstrucción es ilusorio, aunque estos estén a menudo situados en zonas peligrosas. En este caso preciso pero que atañe a gran parte del territorio y de la población quiteña, la planificación preventiva muestra sus limitaciones: la ilegalidad formal de los barrios no resuelve en absoluto el problema planteado por su vulnerabilidad e incluso la refuerza prohibiendo una serie de intervenciones capaces de disminuir tal vulnerabilidad. Es por ello que es importante subrayar que la planificación preventiva se contempla a largo plazo: su capacidad hoy en día de impedir la implantación de nuevos barrios en zonas muy expuestas condicionará la vulnerabilidad futura del DMQ.

La contribución efectiva de la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente a la planificación preventiva

Paralelamente a la acción de la DMTV, la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente desempeña un papel nada despreciable en la prevención de los riesgos industriales y ambientales gracias a su capacidad de control normativo de la instalación de empresas industriales en el DMQ, de su funcionamiento y de sus efluentes[19]. En efecto, los establecimientos que desean implantarse deben presentar un estudio de impacto ambiental y un plan de manejo y control de las diferentes sustancias que utilizan. El certificado de factibilidad de uso del suelo emitido por la DMTV se entrega únicamente si la actividad y la localización propuestas son conformes a las prescripciones del PGDT. Solo con base en ese certificado la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente va a proceder a los controles requeridos para otorgar los certificados de compatibilidad y de habilitación, procedimiento indispensable para obtener el permiso de funcionamiento del Ministerio del Ambiente.

Si bien desde un punto de vista formal los procedimientos parecen adecuados, numerosos establecimientos industriales escapan al control de la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente debido al reducido personal que posee para asumir todos los controles necesarios.

19 En 2003 la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente recuperó sus competencias en materia de prevención y control de la contaminación y de riesgos tecnológicos, que habían pasado en 2001 a la Dirección de Seguridad Ciudadana.

4. Las estructuras institucionales del manejo de crisis en el DMQ

La reciente evolución de la planificación territorial a través el PGDT y sus textos complementarios constituye una primera forma notable de institucionalización de la prevención de los riesgos. Paralelamente, la institucionalización del manejo de crisis adquirió la forma de un refuerzo de la coordinación institucional, de la creación o la consolidación de comisiones y estructuras político-administrativas operacionales y del mejoramiento de ciertos servicios. Tal institucionalización corresponde, por una parte, a la implantación desconcentrada de estructuras nacionales y, por otra, a la instauración progresiva de nuevas competencias e instancias metropolitanas de manejo de crisis reforzadas por la experiencia de las crisis volcánicas.

El esfuerzo de coordinación interinstitucional del manejo de los auxilios en el DMQ

La implantación local de la CIREM permitió mejorar la respuesta a las situaciones de emergencia médica en el DMQ. Gracias a financiamientos internacionales[20] esa comisión se ha equipado con un sistema de comunicaciones compartido por sus miembros y ambulancias distribuidas entre ellos, y ha posibilitado la capacitación de personal de los hospitales en atención médica de emergencia. Tales equipos, asociados a la subdivisión del DMQ en sectores de intervención, permite al conjunto funcionar de manera coordinada, con el apoyo del 911.

El 911, servicio de llamadas y de coordinación de los auxilios, implantado en 1998[21], es la primera experiencia de creación por parte del DMQ de una estructura propia de respuesta a las situaciones de emergencia. Anteriormente, al producirse accidentes graves, las diferentes instituciones concernidas intervenían de manera desorganizada. La coordinación de las intervenciones a través del 911 ha significado no solamente una mejora muy clara de los auxilios, sino también una simplificación para la población con un número simple de llamada.

Finalmente, en 1999, el ejecutivo nacional, en el marco de la transferencia de competencias en términos de seguridad pública traslada al DMQ el Cuerpo de Bomberos[22] y sus atribuciones en materia de prevención y manejo de incendios.

---

20 El programa FASBASE contó con un préstamo del BID de 70 millones de dólares, una contraparte del gobierno nacional y fondos no reembolsables del PNUD. Se enmarca en el proceso de descentralización y modernización del Estado. La atención de emergencias se consideró como una parte de los servicios básicos de salud.

21 Con el impulso de Jamil Mahuad, Alcalde de Quito (véanse más detalles en Sierra, 2000).

22 que dependía del Ministerio de Bienestar Social (Decreto Ejecutivo N° 1560, publicado en el Registro Oficial N° 336 del 10 de diciembre de 1999).

La experiencia de los Comités Operativos de Emergencia (COE)

En 1998, se atribuye al Distrito Metropolitano la responsabilidad del manejo de la crisis ocasionada por la reactivación del Guagua Pichincha. Este contexto fue marcado por la aparición de un nuevo actor local de coordinación del manejo de una situación de emergencia en el DMQ: el COE metropolitano. Se trata de una instancia de coordinación que decide las prioridades y acciones a desarrollarse en caso de emergencia. Reúne a un amplio conjunto de instituciones (véase figura 10-1). Los COE se pueden implantar a cada nivel territorial, desde el cantón hasta el país entero, en función de la magnitud espacial de la amenaza. Cuando el peligro es inminente, el presidente del COE (que puede ser el alcalde, el prefecto, etc., según la zona expuesta) convoca a los miembros para definir las prioridades y las medidas a tomarse; los miembros se encargan luego de que se ejecuten las directivas en sus respectivas instituciones. Durante la crisis, el COE Metropolitano funciona en continuo, en los locales del 911[23]: recibe los informes científico-técnicos y la evaluación de los daños, cuantifica los recursos necesarios y disponibles, coordina la acción de las diferentes instituciones. Esta estructura, creada para manejar las situaciones de emergencia no tiene, aparentemente, existencia legal[24].

Tratándose de una estructura de coordinación para enfrentar una situación de emergencia inmediata, el que los participantes en el COE Metropolitano no compartan la misma visión de su funcionamiento puede disminuir su eficacia. Así, no están definidas las etapas a seguirse para que se realice la reunión de un COE ni la autoridad que va a determinar el nivel territorial involucrado. Por ejemplo, cuando ocurrió la erupción de El Reventador, el circuito de decisión pasó por la autoridad del Alcalde Metropolitano pero varios cantones y provincias habían sido afectados. Además, dos organismos parecen estar «aguas arriba» de la formación de un COE: el IG para alertar sobre la existencia de una amenaza y el 911 para la transmisión de la información a las instancias superiores. De modo general, la comunicación entre los organismos que conforman el COE no ha sido debidamente formalizada.

La constitución del COE Metropolitano para manejar la crisis del Pichincha no tuvo mayor dificultad por dos razones principales: todas las instituciones involucradas tienen su sede en Quito, lo cual facilitó en gran medida la organización de los contactos, y la administración metropolitana, protagonista clave del funcionamiento del COE, se implicó decididamente en el proceso.

23 Situados en el Itchimbía, dichos locales tienen autonomía en agua, energía eléctrica y comunicaciones, y están previstos para acoger personal las 24 horas.

24 No se ha encontrado todavía un documento que explique la situación legal de un COE. Nada existe al respecto en el archivo general de la Alcaldía. Lo que se presenta proviene exclusivamente de las entrevistas realizadas.

Más recientemente, el prefecto de Pichincha coordinó la constitución de un COE para enfrentar una eventual erupción del volcán Cotopaxi. No tratándose de una situación de emergencia inmediata, esto muestra que los COE son no solamente estructuras de manejo de situación de crisis sino también instancias de preparación.

La creación de estos comités puede considerarse como un avance desde el punto de vista de la institucionalización del riesgo, pues ofrecen la posibilidad de una autoridad coordinadora y de una acción integrada. Sin embargo, después de la experiencia del COE durante la crisis del Pichincha, que reforzó los contactos interinstitucionales y la capacidad de actuar conjuntamente, el regreso a la calma puede significar el debilitamiento de las relaciones y de los compromisos desarrollados en situación excepcional.

Los extravíos de las estructuras metropolitanas encargadas de la prevención

Más allá del manejo de crisis, la institucionalización de los riesgos en el DMQ se ha concretado igualmente, desde hace cerca de 15 años, en la creación y la evolución de instancias de prevención de riesgos al interior de la administración metropolitana.

En el Municipio de Quito, la primera entidad creada con el propósito explícito y exclusivo de trabajar en la prevención y el manejo de los riesgos es la Unidad de Prevención y Atención de Desastres (UPAD), que surgió en 1993 adscrita a la Dirección de Planificación (actual DMTV). Peritajes realizados en el marco de la Década Internacional de Reducción de Desastres Naturales[25] permitieron a la UPAD formular, hace 10 años, propuestas claras —hoy en día aún de actualidad— para la elaboración de una estrategia de prevención de los riesgos que se puede resumir de la siguiente manera:

- transferir competencias claras a la administración metropolitana en materia de reducción y de prevención de riesgos;
- incorporar a la planificación territorial criterios de prevención de riesgos;
- mejorar las capacidades operacionales de respuesta a las situaciones de crisis;
- elaborar una estrategia de información y de formación dirigida a la población;
- reforzar la capacidad institucional del Distrito Metropolitano definiendo claramente las responsabilidades de cada organismo.

En 2000, la UPAD, que contaba apenas con 3 personas, fue integrada a la flamante Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana cuyo objetivo es manejar dos grandes campos de la administración metropolitana: la lucha contra la delincuencia y la prevención de los riesgos. Esa Dirección siguió a

---

25 Proyecto «Institucionalización de actividades de prevención y atención de desastres en municipios de la región andina y el Cono Sur» de RHUDO/SA USAID.

una efímera Dirección de Emergencias creada en 1998, que correspondía al 911 y que se convirtió en Dirección General de Prevención y Emergencias con funciones ampliadas en marzo de 2000[26], y luego en Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana en noviembre del mismo año[27].

El detalle de las tareas de esta dirección incluye un vasto campo que va desde la formulación y la ejecución de las políticas de prevención de los riesgos, el seguimiento permanente de las amenazas y la realización de estudios, la coordinación de las instituciones de manejo de situaciones de crisis, hasta la definición de zonificaciones y la elaboración de planes de evacuación y de contingencia, la información a y la comunicación con la población. Además, el 911, la Policía Metropolitana y el Cuerpo de Bomberos están bajo la autoridad de la Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana.

En el marco de la preparación para crisis, la Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana elaboró igualmente en 2000 un plan de seguridad para el DMQ, que detalla las tareas que debe efectuar cada institución metropolitana en caso de ocurrencia de una erupción volcánica, de un sismo, de un deslizamiento de terreno, de un aluvión o de un accidente que implique productos peligrosos (véase el capítulo 13). Se puede, por otro lado, contar entre sus activos la participación en varios programas de importancia en términos de prevención y de preparación tales como el proyecto APELL de prevención de los riesgos tecnológicos con el Ministerio del Ambiente, el programa «Ojos de águila» destinado a dar seguridad a los espacios públicos, además de los planes «fuego», «lluvia» y «Cotopaxi» que son la oportunidad de mejorar las relaciones interinstitucionales con la Defensa Civil, la Cruz Roja, la Policía, las Fuerzas Armadas y la EMAAP-Q.

Esta institución, encargada del manejo de todos los riesgos en el DMQ, se trate ya sea del aumento de la delincuencia, de la violencia familiar, de riesgos industriales o de amenazas de origen natural, afronta una serie de problemas para encarar sus responsabilidades. Primeramente, la diversidad y la complejidad de las interrogantes a las que debe responder mediante la definición y la aplicación de políticas de prevención, dificultan mucho su tarea. Correlativamente, la inestabilidad político-administrativa de la Dirección que, en su corta existencia, ha conocido no menos de 8 directores y varias reestructuraciones[28] disminuye su credibilidad. Además, la insuficiencia de personal técnico capacitado para

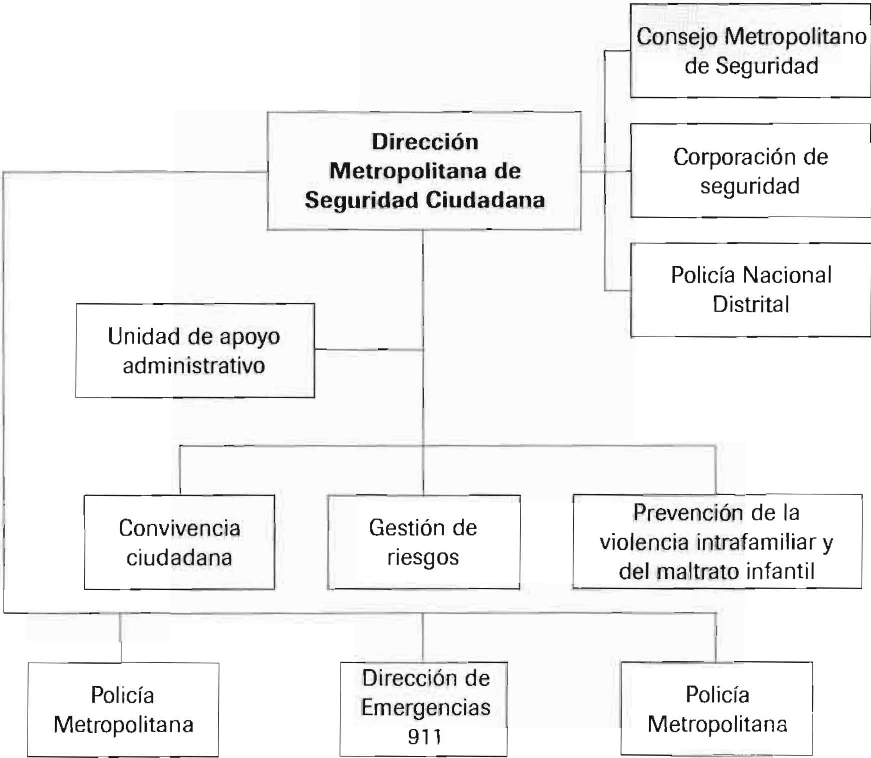
---

[26] Resolución administrativa N° 022 del 1 de marzo de 2000.

[27] Resolución administrativa N° 034 del 21 de noviembre de 2000.

[28] La Dirección fue creada mediante Resolución N° 059 del 2 de diciembre de 1998; ha sido objeto de 5 cambios plasmados en las resoluciones N° 22 del 1 de marzo de 2000, N° 34 del 21 de noviembre de 2000, N° 10 del 31 de enero de 2001, N° 37 del 30 de mayo de 2002 y N° 73 del 1 de octubre de 2003.

Figura 14-1
Organigrama de la Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana*



* Resolución Administrativa de Alcaldía N° 73 del 1 de octubre de 2003.

su función específica de prevención de riesgos pone en duda su eficacia. En fin, esta dirección tiene poco personal «propio» y debe contar para funcionar con el asignado por otras instituciones metropolitanas. Consecuentemente, esta situación compromete la eficiencia, el desarrollo y la continuidad de los proyectos de reducción de la vulnerabilidad que se llevan a cabo al interior de ella.

En estas condiciones, el reconocimiento institucional de la importancia de la cuestión de la seguridad pública que representa la creación de la Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana se ha debilitado por la dispersión de los objetivos y las competencias y por la insuficiencia de recursos, en especial humanos, requeridos para sus misiones. Frente a esta situación, los actores del manejo, de la prevención de riesgos y de la atención de emergencias siguen clamando por la consolidación de una instancia capaz de definir políticas y estrategias de gestión integral de los riesgos.

5. Ventajas y dificultades de la institucionalización de los riesgos en el DMQ

Los dos últimos decenios han sido marcados por una evolución mundial de la cuestión de los riesgos en las representaciones sociales, las políticas públicas y las investigaciones científicas: la vulnerabilidad de la población y de las sociedades y territorios y sus relaciones con el desarrollo son problemáticas cada vez más estudiadas y adoptadas por las ciencias sociales. Por las crecientes preocupaciones ambientales, la evolución de las nociones de responsabilidad y el surgimiento del principio de precaución, los gobiernos deben asumir la prevención de los riesgos, sean estos naturales, tecnológicos, sanitarios, sociales o ambientales.

La problemática de los riesgos en el DMQ ha caminado haciéndose eco de este contexto mundial, amplificado por las recientes crisis volcánicas. Numerosos estudios e investigaciones, seminarios, reuniones, iniciativas, proyectos, reflexiones, propuestas y textos legales en torno a esta cuestión, que no existían hace unos quince años, son ahora comunes y considerados como necesarios.

Se ha asistido a una asunción político-administrativa de la prevención de los riesgos, a avances notables en términos de conocimientos científicos, en especial sobre la amenaza, de preparación para crisis, de estructuras institucionales, de marcos jurídicos, etc. La preparación y la sensibilización de la población y de las instituciones han progresado significativamente en especial gracias a las experiencia de las crisis ligadas a las erupciones del Pichincha y de El Reventador.

La institucionalización de los riesgos no sigue un proceso lineal de mejoramiento constante de la consideración de los riesgos en el aparato jurídico y administrativo ecuatoriano y metropolitano. Todo lo contrario, se asiste paralelamente a fases de mejoramiento y a la introducción de organismos que vienen a confundir los papeles de las instituciones existentes. Estas estructuras y estos dispositivos son aún precarios, surgen, evolucionan y hasta desaparecen a merced de las circunstancias político-administrativas, pero también en función de las incitaciones internacionales y las situaciones de crisis vividas en especial cuando las caídas de ceniza.

Esta dinámica, que se debe considerar como extremadamente positiva para reducir la vulnerabilidad

del DMQ frente a los riesgos, se ve debilitada desde hace algunos años por una multiplicación de las iniciativas y una falta de coordinación y de seguimiento de las acciones. Así, la multiplicación de los organismos implicados en la prevención de riesgos y la preparación para crisis conduce a una innegable confusión de las competencias y por tanto de las responsabilidades tanto entre instituciones como entre niveles territoriales. Hoy en día, en caso de crisis, tanto el COE, como la Defensa Civil o el COPEFEN están en su derecho de reivindicar el liderazgo de la coordinación institucional. Esta situación constituye objetivamente un retroceso en la capacidad institucional de manejar una situación de crisis.

Por otro lado, los conocimientos científicos existentes, que pueden ser utilizados para reducir la vulnerabilidad, casi no se emplean y se continúan construyendo grandes infraestructuras vitales para el país sin tener en cuenta los estudios sobre las amenazas[30]. Además, las dificultades económicas del país conducen a reducciones de personal y de presupuesto en los organismos públicos nacionales encargados de la generación de conocimientos y de la vigilancia de los fenómenos potencialmente peligrosos. De allí una disminución de los medios de acción de esos organismos cuyo papel es esencial.

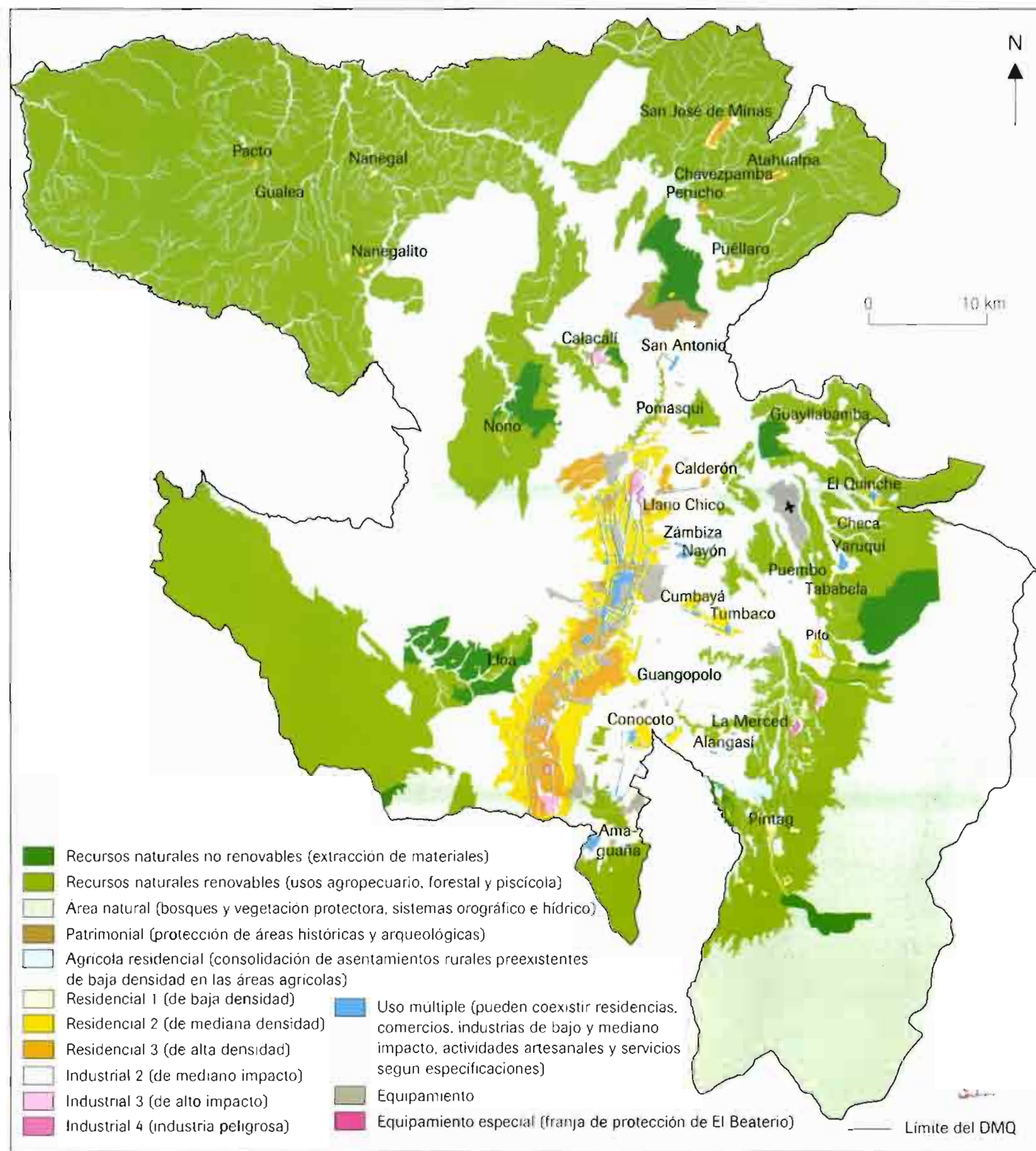
En otro plano, los avances logrados por la planificación preventiva se enfrentan a la cuestión del desarrollo, y la municipalidad aún no está en capacidad de ofrecer medidas para reducir la vulnerabilidad de los barrios marginales.

Finalmente, las experiencias vividas de manejo de situaciones de crisis, si bien han significado un considerable paso hacia adelante, en especial en el campo de la preparación, no son aprovechadas mediante un esfuerzo sistemático de documentación y de análisis capaz de identificar claramente las carencias y fallas de los planes de contingencia elaborados.

El gran desafío para el DMQ es hoy en día aprovechar de la mejor manera todos los logros que se han alcanzado desde los años 1990 en términos de investigación, de preparación, de experiencia, de legislación, y desarrollar una organización social, política, administrativa e institucional capaz de sacar el mejor partido de tales logros para una mejor prevención de los riesgos y una disminución de la vulnerabilidad.

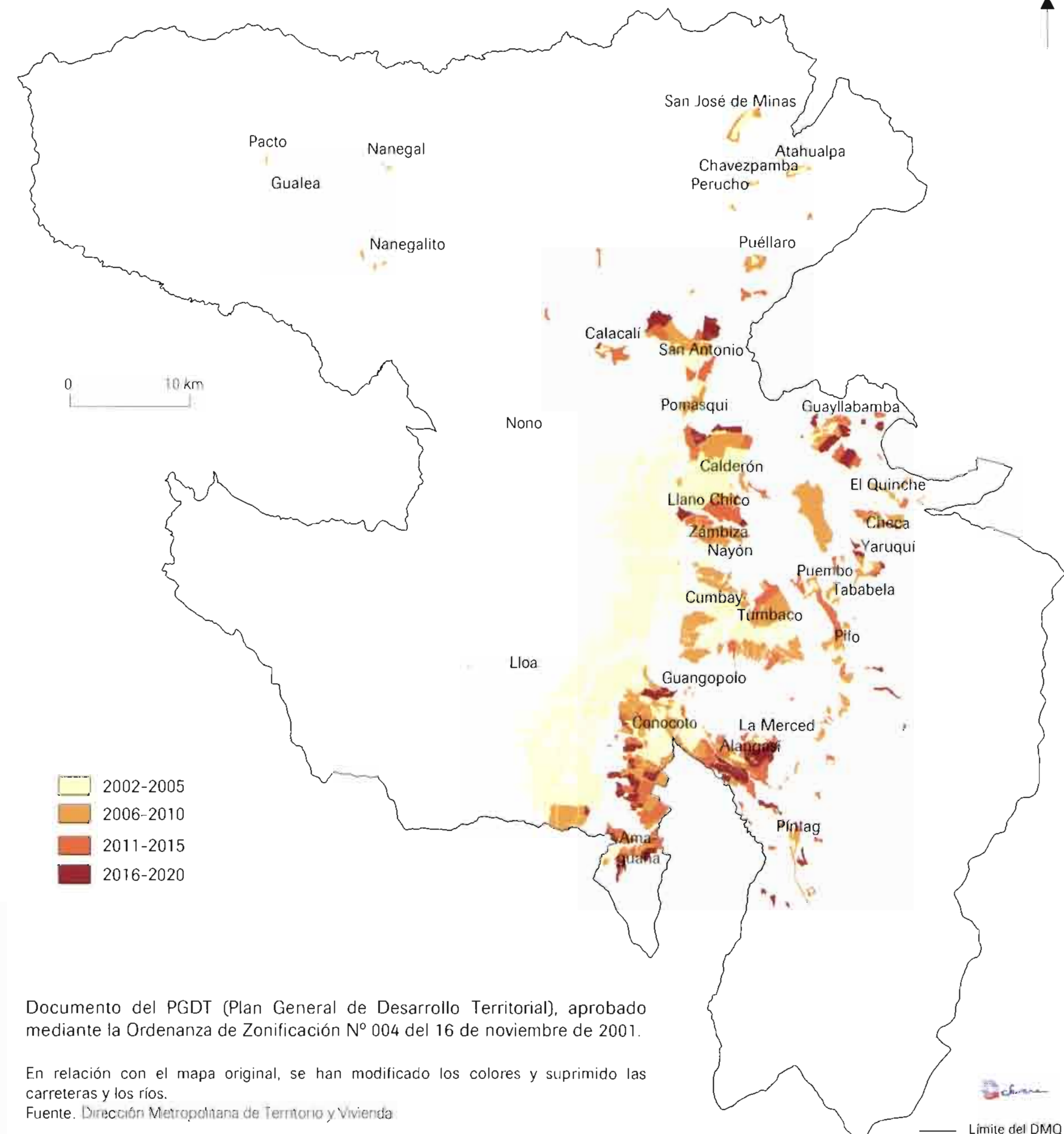
[30] Es el caso de la reciente construcción del oleoducto transecuatoriano (SOTE) que no respetó las medidas necesarias para evitar las roturas en los tramos en que atraviesa lugares expuestos y ello pese a la experiencia del sismo de 1987 que al dañar gravemente el poliducto comprometió considerablemente los recursos financieros del país (véase Hall, 2000).

Mapa 14-1: Uso de suelo principal en el DMQ



Documento del PGDT (Plan General de Desarrollo Territorial). Ordenanza de Zonificación Nº 011 y Nº 013 publicadas en los registros oficiales Nº 181 del 1 de octubre de 2003 y Nº 242 del 30 de diciembre de 2003, respectivamente.

En relación con el mapa original, se han modificado los colores y suprimido las carreteras y los ríos.
Fuente: Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda



Documento del PGDT (Plan General de Desarrollo Territorial), aprobado mediante la Ordenanza de Zonificación N° 004 del 16 de noviembre de 2001.

En relación con el mapa original, se han modificado los colores y suprimido las carreteras y los ríos.
Fuente. Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda

SÍNTESIS DE LA VULNERABILIDAD DEL DMQ, APORTES OPERACIONALES Y PERSPECTIVAS CIENTÍFICAS

El programa «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» tenía como objetivo generar conocimientos útiles sobre los riesgos en el Distrito, desarrollar enfoques y metodologías que permitan una lectura multiforme de su vulnerabilidad y capaces de desembocar en acciones concretas y optimizadas en términos de reducción de los riesgos. Al cabo de 5 años de trabajo, la investigación sobre la vulnerabilidad del DMQ ha aportado conocimientos de diversos órdenes.

En primer término, la identificación de los elementos esenciales del funcionamiento del Distrito Metropolitano y el análisis de las bases territoriales de la vulnerabilidad posibilitan una comprensión espacial de conjunto del funcionamiento del DMQ y llegar a la identificación de los lugares estratégicos y potencialmente vulnerables.

En segundo lugar, el estudio detallado de la vulnerabilidad de algunos elementos esenciales de funcionamiento presenta una metodología que pretende ser adaptada a los diferentes elementos. Esta permite comprender cómo se construye la vulnerabilidad de tales elementos a través del cúmulo y la interacción de diferentes formas de vulnerabilidad y pone en evidencia las prioridades en las acciones a emprenderse para reducir la vulnerabilidad de cada elemento esencial estudiado.

En tercer lugar, la identificación de los elementos esenciales para el manejo de situaciones de crisis y el inventario de las formas de reducción de la vulnerabilidad implementadas en el DMQ, a través del levantamiento de las acciones, los procedimientos y las reglamentaciones existentes en materia de prevención de los riesgos y de manejo de crisis, permiten comprender los puntos positivos y las limitaciones tanto de los medios disponibles como de las acciones emprendidas.

Finalmente, la síntesis de la vulnerabilidad territorial propuesta desemboca en una lectura de conjunto de los lugares donde radica la vulnerabilidad del territorio metropolitano y pone en evidencia prioridades en materia de prevención de riesgos.

Cada uno de los resultados aportados, desde el punto de vista de las interpretaciones generales o en detalle de los casos estudiados, tiene como objetivo contribuir a la reducción de los riesgos en el DMQ, permitiendo desarrollar acciones concretas de reducción de la vulnerabilidad. El procedimiento adoptado ha aportado ciertas pistas conceptuales que se han verificado operacionales en el sentido en que posibilitan dar cuenta de la realidad al tiempo que proponen un método de trabajo sistemático tanto para la construcción de los datos como para su análisis. Los resultados permitirán, en todo caso

es el objetivo de toda esta investigación, orientar y optimizar el impacto de las políticas y las acciones de reducción de los riesgos.

Este capítulo de conclusión se propone primeramente retomar los principales resultados obtenidos para llegar a una última cartografía de síntesis que resuma la lectura que se puede hacer de la vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito. En la segunda parte se destacan los aportes operacionales de la investigación en materia de reducción de la vulnerabilidad y la última parte concluye sobre los aportes conceptuales y metodológicos del programa así como sobre las perspectivas en materia de problemática científica.

1. De la vulnerabilidad de los espacios a las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial

La vulnerabilidad territorial resulta de la transmisión, al conjunto del espacio metropolitano, de vulnerabilidades particulares existentes al interior del territorio. Estas se acumulan e interactúan para fragilizar a todo el territorio. Las interacciones de las vulnerabilidades pueden representarse esquemáticamente. Así, las figuras 1A a 1 F tratan de formalizar las etapas del paso de la vulnerabilidad *a priori* de los espacios a la vulnerabilidad territorial, e incluso extra territorial.

La vulnerabilidad espacial

La primera etapa (figura 1A) corresponde a la vulnerabilidad espacial. Representa espacios capaces de generar y transmitir vulnerabilidades. Tales espacios más o menos frágiles fueron determinados partiendo de dos criterios espaciales, la accesibilidad y la exposición a las amenazas, lo que permitió una representación cartográfica de la vulnerabilidad espacial del DMQ.

La calidad de la accesibilidad de los espacios fue considerada como una dimensión esencial de la vulnerabilidad espacial del territorio. Desempeña un papel particular en período normal y una deficiente accesibilidad, en caso de crisis, puede amplificar los efectos de una catástrofe. La calidad relativa de la accesibilidad de los espacios del Distrito se determinó a partir de un análisis de la red vial principal y de los obstáculos orográficos e hidrográficos (véase el mapa 2-4). Los resultados muestran que en el DMQ los espacios de poca o muy poca accesibilidad predominan ampliamente puesto que representan cerca del 80% de su superficie. La mejor accesibilidad corresponde grosso modo a la ciudad de Quito. La accesibilidad es globalmente buena en los valles y en la mitad oriental del Distrito. En cambio, el acceso a los sectores rurales situados al oeste o al norte de la capital es en conjunto difícil.

La exposición a las amenazas es la segunda dimensión de la vulnerabilidad espacial analizada. Por una parte, la investigación se basó en la información existente en cuanto a amenazas sísmicas, volcánicas,

Figura 1 - De la vulnerabilidad *a priori* de los espacios a la vulnerabilidad territorial

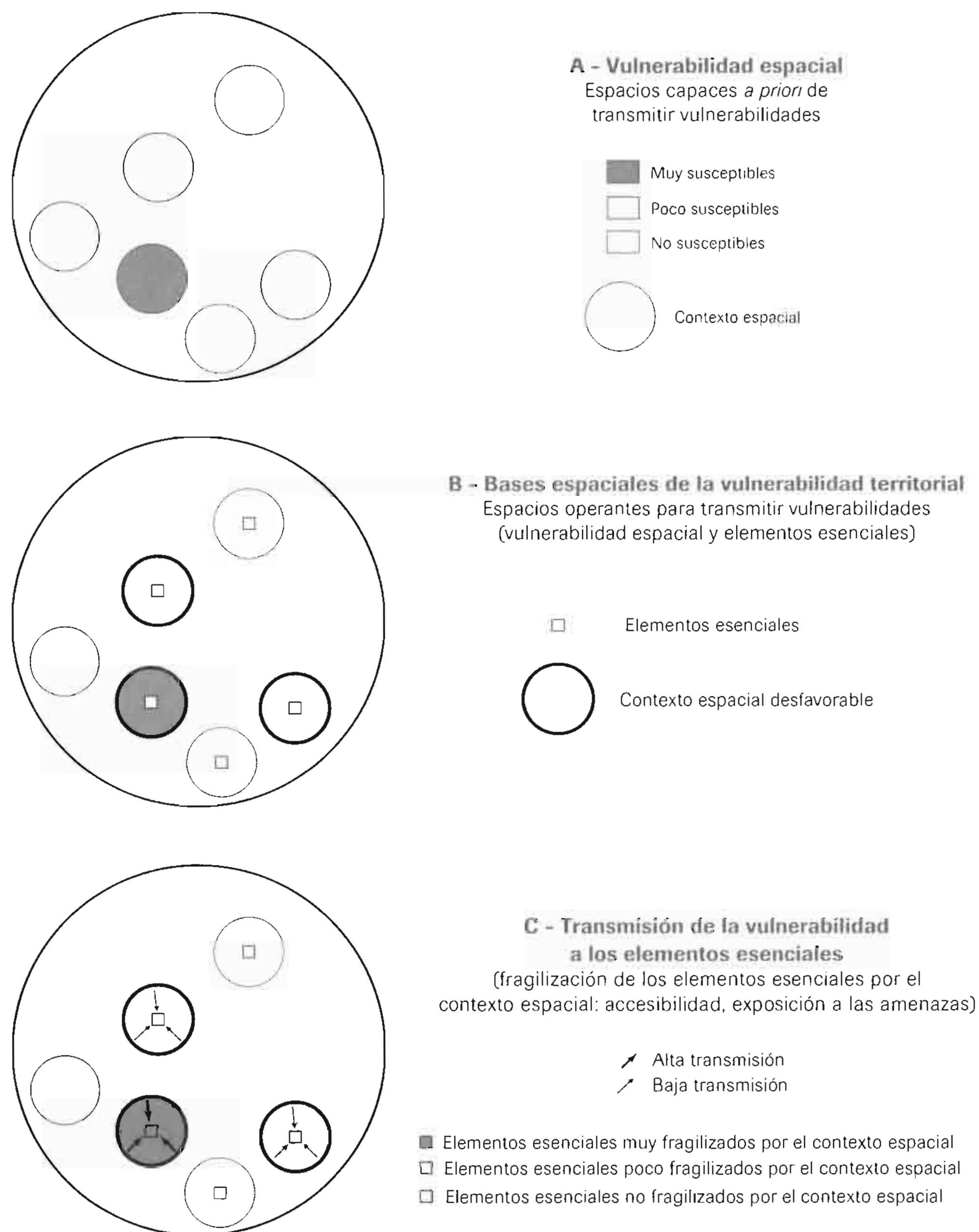
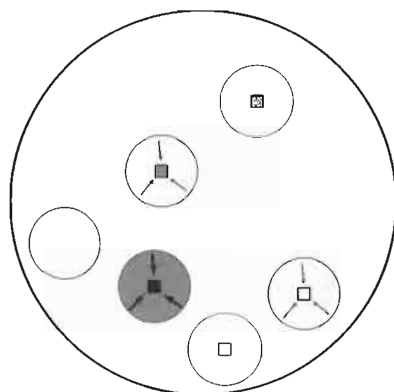


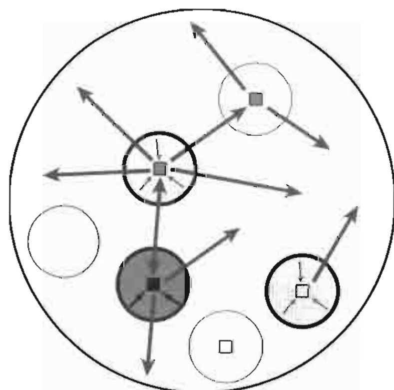
Figura 1 (continuación)



D - Vulnerabilidad propia de los elementos esenciales
(intrínseca, exposición a emenazas y susceptibilidad de daño, dependencias, control, alternativas, preparación para crisis

- ■ Elementos esenciales muy vulnerables
- ▣ Elementos esenciales relativamente vulnerables
- □ Elementos esenciales poco vulnerables
- □ Elementos esenciales no vulnerables

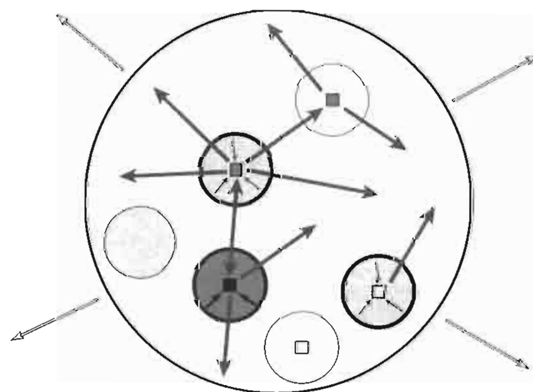
(Los elementos esenciales acumulan la vulnerabilidad transmitida por el contexto espacial y su propia vulnerabilidad.)



E - Vulnerabilidad territorial
Transmisión de la vulnerabilidad de los elementos esenciales a otros elementos esenciales y al conjunto del territorio



Modalidades de transmisión al interior del territorio



F - Transmisión de la vulnerabilidad fuera del territorio



Modalidades de transmisión al exterior del territorio

inundaciones, deslizamientos de terreno y aluviones. Por otra, se elaboró una cartografía inédita de las amenazas vinculadas al almacenamiento de hidrocarburos y otros productos peligrosos. En conjunto, el Distrito está ampliamente expuesto a los 6 tipos de amenazas considerados (véanse los mapas 3-14 a 3-17). La disparidad espacial de la información tiende mecánicamente a concentrar una mayor cantidad de amenazas al interior de la ciudad de Quito y en su cercanía, en los espacios para los que existe información, por lo que probablemente el grado de exposición está subestimado en lo que respecta a los espacios rurales del Distrito. Sin embargo, el espacio metropolitano no está amenazado de manera uniforme. Algunos lugares están cuantitativamente más expuestos, otros presentan combinaciones de amenazas particularmente peligrosas. Globalmente, el Distrito presenta una fuerte vulnerabilidad ligada a la exposición a las amenazas, más particularmente en la ciudad de Quito donde el 5% de la superficie está expuesto a 3 amenazas y más (nivel alto de peligro) y se trata del 40% si se considera también el nivel moderado de peligro. Fuera de la capital, son ante todo las parroquias Alangasí, Conocoto, Lloa, Calacalí, Pomasqui y San Antonio sobre las que pesan más amenazas. El inventario localizado de almacenamiento y de circulación de productos peligrosos muestra que el 3% de la superficie del Distrito puede verse afectada por este tipo de amenaza. Son principalmente los espacios urbanizados los expuestos a los productos peligrosos (más del 30% de la superficie de Quito), en especial al norte, en los sectores industriales situados a proximidad del aeropuerto, al noreste en dirección de Pomasqui y en el sur de Quito, a lo largo de la Panamericana y de los ductos.

La vulnerabilidad espacial construida a partir de estos datos espaciales permite entonces poner en evidencia una fragilidad *a priori* de los espacios (véanse los mapas 4-1 y 4-2). Un solo sector del norte del Distrito, situado en la parroquia San Antonio de Pichincha y secundariamente en la de Calacalí, presenta a la vez graves problemas de accesibilidad y exposición a las amenazas. El sur del Distrito, los flancos orientales del Pichincha y los espacios intersticiales entre los grandes corredores de circulación (sector del Ilaló y las áreas poco urbanizadas comprendidas entre la Panamericana Norte y la Vía Interoceánica) son igualmente frágiles debido a su exposición a las amenazas y a dificultades de acceso, pero en menor medida. En otras partes, lo que se observa son dominantes de vulnerabilidad. El sector central de Quito y, de una manera general, toda la zona urbanizada, se caracterizan esencialmente por la importancia de las amenazas mientras que el sector norte del Distrito está muy fragilizado por problemas de accesibilidad. Por su parte, el oeste del Distrito, aunque también su parte más oriental, presentan una vulnerabilidad debida sobre todo a la accesibilidad aunque con un nivel de exposición a las amenazas más bien elevado. Ciertos espacios, situados mayoritariamente al este del sector urbanizado del Distrito (desde la parroquia Tumbaco hasta El Quinche) presentan una baja vulnerabilidad en ambos campos. Esto significa que tales espacios, en

función de los conocimientos actuales en materia de amenazas y de la situación actual en términos de accesibilidad, no presentan fragilidad *a priori* y podrían por tanto ofrecer un buen potencial de desarrollo.

Elementos esenciales de funcionamiento y de manejo de crisis

La vulnerabilidad espacial puede transmitirse al territorio y solo se torna operativa si existen elementos esenciales para el Distrito (figura 1B) y la situación es tanto más crítica cuando los elementos esenciales son numerosos y están concentrados en un espacio reducido. Estos elementos esenciales para el funcionamiento del Distrito y para el manejo de crisis fueron identificados, analizados y cartografiados.

Los elementos esenciales de funcionamiento del Distrito Metropolitano se analizaron tomando en cuenta 16 campos importantes relativos a la población y sus necesidades (población, educación, salud, recreación, patrimonio/cultura), a la logística urbana (abastecimiento de agua, alimentos, energía eléctrica, combustibles, telecomunicaciones y movilidad) y a la economía y gestión del territorio (empresas, entidades administrativas, valor del suelo y capitalidad). Ocupan aproximadamente el 7% del territorio y se concentran en menos del 1%. El análisis pone en evidencia la importancia del centro de Quito y de algunos otros lugares de centralidad a lo largo de los principales ejes norte y sur de la ciudad y en los valles (véase el mapa 1-1). Es en sí una información relevante sobre la organización territorial y el funcionamiento del DMQ y responde a la primera interrogante que se planteó el programa: ¿cuáles son los elementos y lugares más importantes a protegerse? Los resultados, publicados en el libro *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, permiten, por una parte, definir políticas metropolitanas que apunten a modificar tal organización en función de opciones políticas y sociales de ordenamiento territorial y, por otra, orientar los estudios de vulnerabilidad necesarios para la prevención de los riesgos (incluyendo en especial la exposición a las amenazas).

A partir de un levantamiento exhaustivo se identificaron y localizaron **los elementos útiles para el manejo de crisis**, es decir todo lo indispensable a nivel del Distrito para enfrentar una situación de crisis, en términos de manejo y de recuperación. En una segunda fase se efectuó una selección de tales elementos partiendo de criterios cuantitativos y cualitativos, habiéndose constatado su concentración en la parte central de Quito, aunque globalmente están más dispersos que los elementos esenciales de funcionamiento (véanse los mapas 11-2 y 11-3).

La reunión de estas dos informaciones muestra dónde se sitúan y se concentran todos los elementos esenciales, tanto para el funcionamiento del Distrito como para el manejo de crisis (mapa 1). El mapa correspondiente subraya nuevamente la fuerte concentración de los elementos esenciales en la parte central de Quito así como su densidad relativamente elevada en las prolongaciones norte y sur de esa parte central. Varios elementos esenciales de

funcionamiento o de manejo de crisis están también implantados a lo largo de los principales ejes viales que atraviesan los sectores orientales del Distrito.

Elementos esenciales y vulnerabilidad espacial: las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial

Partiendo de la vulnerabilidad espacial combinada con la localización de los elementos esenciales se llega a una primera lectura de las bases espaciales de la vulnerabilidad del territorio o, en otras palabras, a la determinación de sectores del DMQ vulnerables en función de criterios espaciales y capaces, en mayor o menor medida, de fragilizar al conjunto del territorio (figura 1C y mapa 2). Se pueden distinguir tres tipos de espacios.

Se trata, en primer lugar, de los espacios que no contienen elementos esenciales para el Distrito. Según su grado de vulnerabilidad espacial, pueden ser potencialmente generadores de vulnerabilidad, pero no son operantes en tal sentido mientras no se implanten en ellos asentamientos humanos de gran interés para el Distrito. Son los representados en blanco en el mapa 2 y que cubren más del 91% del territorio metropolitano. No presentan, como se dijo, ningún elemento esencial de funcionamiento o de manejo de crisis, pero se caracterizan por un grado de vulnerabilidad espacial más o menos elevado, dada la calidad de su accesibilidad y su exposición a las amenazas (véanse los mapas 4-1 y 4-2).

En segunda instancia se trata de los espacios que comprenden elementos esenciales que se ubican en un contexto de vulnerabilidad espacial baja a relativamente baja. Están representados en color verde en el mapa 2. Los matices de verde expresan una densidad variable de elementos esenciales de funcionamiento o de manejo de crisis, pero tales espacios se caracterizan siempre por un grado de vulnerabilidad espacial bajo[1]. Atañen particularmente al este de la ciudad de Quito y los lugares atravesados por los principales ejes de circulación, en especial en los valles orientales. Aquí el papel de la exposición a las amenazas es muy claro, siendo esta en conjunto menos elevada que en otros sectores del Distrito además de que la accesibilidad casi no plantea problemas.

El tercer tipo de espacio es aquel que se caracteriza a la vez por una marcada vulnerabilidad espacial y por la presencia de elementos esenciales para el funcionamiento o el manejo de crisis. Son, en este estadio de la investigación, es decir antes de tomar en cuenta la vulnerabilidad de los elementos esenciales en sí, los espacios con mayor capacidad de transmitir su vulnerabilidad al conjunto del territorio metropolitano. Como lo indica la figura 1C, los elementos esenciales se ven más o menos fragilizados por el contexto espacial. En otros términos, la vulnerabilidad espacial se transmite a los elementos

[1] Y lo repetimos, en función de los conocimientos actuales, más particularmente en materia de exposición a las amenazas.

esenciales, los fragiliza[2] y, consecuentemente, al conjunto del territorio. Los espacios correspondientes (véase el mapa 2) presentan características diferentes según la densidad de los elementos esenciales y el grado de vulnerabilidad espacial. Se localizan principalmente en la parte central y al oeste de la ciudad de Quito, aunque corresponden también a algunos ejes, en especial los de las redes de abastecimiento de agua, de energía eléctrica y de combustibles. La parte central de la ciudad se destaca más claramente en la medida en que comprende numerosos elementos esenciales y presenta una vulnerabilidad espacial elevada ligada a la exposición a muchas amenazas.

La vulnerabilidad espacial combinada con la localización de los elementos esenciales desemboca entonces en una lectura de las bases espaciales de la vulnerabilidad del territorio. Permite una primera jerarquización de los espacios capaces de transmitir su vulnerabilidad al conjunto del territorio metropolitano en función de su vulnerabilidad espacial y de la concentración de los elementos esenciales que contienen. Sin embargo, no tiene en cuenta la vulnerabilidad propia de los elementos esenciales de manejo de crisis o de funcionamiento, pudiendo esta modificar muy sensiblemente la lectura de las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial.

2. Vulnerabilidad de los elementos esenciales de funcionamiento y de manejo de crisis

La capacidad de transmisión de la vulnerabilidad de porciones del espacio metropolitano al conjunto del territorio es mayor allí donde la vulnerabilidad espacial es elevada, donde son numerosos los elementos esenciales para el Distrito, pero también donde tales elementos son más vulnerables. Por ello, más allá de los cruces espaciales que permitieron una primera lectura de la vulnerabilidad del DMQ y del contexto de vulnerabilidad espacial de los elementos esenciales, se debe estudiar de manera específica la vulnerabilidad de los elementos esenciales en sí.

Lo que ofrece la segunda lectura de la vulnerabilidad es entonces el análisis de vulnerabilidad aplicada a cada elemento esencial. No se procedió a un examen de la vulnerabilidad de todos los elementos esenciales identificados sino que se optó por un análisis detallado de algunos de ellos (electricidad, agua, movilidad, empresas, población, establecimientos de salud). El método se adaptó a cada tipo de elemento esencial, tratando paralelamente de seguir el hilo de las diferentes formas de vulnerabilidad formalizadas en la introducción: la vulnerabilidad intrínseca, la exposición a las amenazas y la susceptibilidad de daños, la dependencia frente a otros

---

2 Esto no significa necesariamente que tal o cual elemento esencial esté directamente expuesto a las amenazas que caracterizan al sector en el que se encuentra, o que no sea accesible, incluso si la zona en la que se ubica es globalmente poco accesible, sino que se sitúa en un contexto desfavorable, lo que tiende a fragilizarlo.

sistemas, la capacidad de control y la accesibilidad, las alternativas de funcionamiento y el nivel de preparación para una situación de crisis.

La vulnerabilidad de la red de energía eléctrica

El abastecimiento de energía eléctrica del DMQ presenta una vulnerabilidad a la vez elevada y multiforme de sus elementos esenciales y del conjunto del sistema, incluso si este último ha visto reducida su vulnerabilidad con la nueva línea de alimentación eléctrica proveniente del norte, que limita la dependencia casi exclusiva del Distrito frente a la subestación Santa Rosa. Pocos componentes del sistema presentan una vulnerabilidad global baja. La preparación para crisis es insuficiente en todos los elementos de la red. Aquellos que presentan la mayor vulnerabilidad son las líneas, lo que se explica, en parte, por su extensión geográfica. Entre ellos figuran la mayoría de líneas que forman el Anillo Interconectado de Quito con debilidades marcadas en todos los campos salvo en el de la dependencia y en el de las alternativas. El anillo secundario articulado a partir del anterior es también, en gran parte, altamente vulnerable. Se debe poner una atención particular a las líneas que llegan a la subestación Pomasqui y que constituyen elementos esenciales del dispositivo de alternativas del sistema eléctrico del DMQ. La elevada vulnerabilidad de esos elementos es en parte coyuntural (en período de prueba al momento del estudio), pero presentan igualmente factores de vulnerabilidad vinculados a la vez a la exposición a las amenazas, a la capacidad de control y a la preparación para el manejo de crisis.

Vulnerabilidad del abastecimiento de agua

El análisis detallado de la vulnerabilidad del abastecimiento de agua del Distrito destaca tres formas de vulnerabilidad de la red que se pueden considerar como las más críticas. La primera es imputable a la limitada capacidad de control de las líneas. Ahora bien, las funciones de control y televigilancia desempeñan un papel crucial en la reducción de la vulnerabilidad. En segundo lugar viene la cuestión de la exposición a las amenazas que también concierne esencialmente a las líneas, siendo la más preocupante la situación de las de conducción. En tercer término se ubica el problema planteado por las alternativas de funcionamiento que globalmente son insuficientes, sobre todo tratándose, en este caso también, de las líneas. Si bien las plantas y los tanques son relativamente poco vulnerables, las líneas de conducción lo son especialmente, siendo la situación de Pita y El Placer la más deficiente. La peor corresponde a la línea que abastece a Puengasí. El subsistema de abastecimiento de agua más importante del DMQ desde el punto de vista funcional, el Pita-Puengasí, es el que también mayor vulnerabilidad presenta.

La vulnerabilidad de la movilidad

Las porciones de la red vial del DMQ más vulnerables son los accesos a la ciudad de Quito (Panamericana Norte, Vía Interoceánica, autopista Rumiñahui,

Panamericana Sur) y el eje de los túneles. Esta vulnerabilidad es el resultado del cúmulo de la exposición a las amenazas, la limitada capacidad de control, alternativas viales a menudo escasas y la falta de preparación para crisis. Ciertos puentes de esas vías esenciales alcanzan también un elevado grado de vulnerabilidad, lo que viene a amplificar su vulnerabilidad. Ahora bien, estas desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento urbano, para la movilidad en general y también para el abastecimiento alimentario y de combustibles. Al interior de la ciudad de Quito los ejes mayores se revelan globalmente menos vulnerables que las carreteras que unen al centro con la periferia del Distrito. Ciertos sectores del DMQ, cuyo acceso depende del paso por ejes y puentes muy vulnerables presentan incluso un riesgo de aislamiento, lo que es por ejemplo el caso de gran parte de la parroquia Cumbayá o del sector Oyacoto, al este de la parroquia Calderón.

La vulnerabilidad de la economía

El análisis de la vulnerabilidad de la economía del Distrito se basó en una encuesta aplicada a 333 empresas del DMQ. Puso en evidencia la vulnerabilidad de gran número de ellas y ello bajo diferentes formas: debilidades internas, marcadas dependencias, insuficiencia de alternativas de funcionamiento o carencias en la preparación para crisis. Aquellas vinculadas al transporte (compañías aéreas, agencias de viajes) son globalmente las más vulnerables pero otros sectores de actividad están igualmente concernidos según las formas de vulnerabilidad consideradas. La forma de vulnerabilidad que coloca a las empresas en un plano de igualdad es la preparación para crisis que, en conjunto, es deficiente. Por otro lado, las empresas más pequeñas se revelan como las más vulnerables incluso si se encuentran otras igual de vulnerables entre las mayores. Se pudieron representar cartográficamente las 90 mayores empresas. Cerca de un tercio son particularmente vulnerables lo que implica un riesgo importante para todo el Distrito. Más globalmente, el análisis según criterios espaciales de vulnerabilidad mostró que los lugares esenciales de la economía presentan debilidades principalmente debido a su exposición a las amenazas y mucho menos debido a su accesibilidad.

La vulnerabilidad de la población

El análisis de la vulnerabilidad de la población se basó en variables socio-demográficas, de accesibilidad y de exposición a las amenazas en el caso de todo el Distrito, completadas con criterios de preparación para el manejo de crisis en la ciudad de Quito. Indica que cerca del 19% de la población del Distrito (es decir aproximadamente 350.000 personas) es muy vulnerable. Se observan fuertes disparidades en la repartición de esa población. A nivel del Distrito, las mayores vulnerabilidades se encuentran sobre todo en sus márgenes. En la ciudad de Quito la localización de la población más vulnerable refleja la segregación socio-espacial del espacio urbano. En efecto, los barrios más vulnerables son sectores populares periféricos que no solamente están ya densamente poblados en ciertos casos, sino que además

experimentan una importante dinámica demográfica y representan cerca del 20% de la población quiteña. Se analizaron los lugares esenciales de concentración de la población y del crecimiento demográfico, tomando en cuenta en especial la repartición de la población de día, a partir solamente de dos formas de vulnerabilidad, la exposición a las amenazas y la accesibilidad, dado que no se conocen las características socio-demográficas de esta población. La vulnerabilidad relativamente importante de estas zonas radica esencialmente en la exposición a las amenazas.

La vulnerabilidad de los establecimientos de salud

Los establecimientos de salud son elementos esenciales del funcionamiento de un territorio y también del manejo de crisis. El estudio de los principales establecimientos de salud del DMQ constituye un ejemplo de análisis de la vulnerabilidad de un elemento esencial de manejo de crisis a partir del examen de su vulnerabilidad estructural y funcional, de su exposición a las amenazas y de su accesibilidad (analizada más detalladamente que la utilizada en el caso de la vulnerabilidad espacial). Los resultados muestran que más de la mitad de los establecimientos, que corresponden 44% de las camas disponibles en el Distrito, registran una vulnerabilidad global relativamente elevada, e incluso muy elevada, situación que es un mal augurio en cuanto a su capacidad de enfrentar situaciones de emergencia. La situación de los establecimientos públicos y especializados es globalmente más crítica que la de los hospitales privados y generales. La vulnerabilidad de los establecimientos exclusivos es en cambio más bien baja. El que registra la mayor vulnerabilidad es el hospital psiquiátrico Julio Endara que merece por tanto una acción decidida y ello tanto más cuanto que sus pacientes son particularmente vulnerables. La situación del sistema de atención médica en el DMQ, ya precaria en período normal, puede ser dramática en caso de crisis. En efecto, pese a recientes iniciativas, el conjunto del sistema de atención de emergencia médica presenta deficiencias notables y el análisis efectuado muestra que son pocos los establecimientos de salud relativamente confiables y por tanto capaces de aportar una contribución significativa al manejo de una crisis de gran amplitud al interior del Distrito.

Localización de los elementos esenciales vulnerables

El análisis de la vulnerabilidad de los seis tipos de elementos esenciales (red eléctrica, sistema de abastecimiento de agua, movilidad, empresas, población y establecimientos de salud) puso en evidencia, en cada caso, elementos particularmente vulnerables. Se presentaron mapas de vulnerabilidad para cada tema en los capítulos correspondientes. Sin embargo, en la perspectiva de completar el análisis de la vulnerabilidad territorial del DMQ o, en otros términos, de los espacios capaces de transmitir su vulnerabilidad a todo el territorio, se cartografiaron los lugares que contienen y hasta acumulan elementos esenciales vulnerables.

El mapa 3 presenta los espacios donde se ubican los elementos esenciales vulnerables identificados[3]. Concreta la situación expresada de manera teórica en la figura 1D que pone en evidencia la existencia de elementos esenciales que presentan una vulnerabilidad propia más o menos alta. Son 1.123 mallas (menos del 4% de todas las que cubren el Distrito) las que contienen al menos un elemento esencial vulnerable y 12 mallas comprenden 3. Esto significa no solamente que allí los elementos esenciales son numerosos (lo que denota la importancia estratégica de estos lugares) sino que además presentan debilidades y que tales debilidades pueden interactuar. Estas condiciones son particularmente propicias para fragilizar al conjunto del Distrito y ello independientemente del contexto de vulnerabilidad espacial capaz de tornar la situación aún más crítica.

Fuera de la ciudad, los lugares donde se sitúan los elementos esenciales vulnerables corresponden sobre todo a las principales vías de acceso a Quito así como a las líneas eléctricas situadas en las laderas del Pichincha. Al interior de la urbe, los elementos esenciales vulnerables tienden a concentrarse en el centro histórico y al sur de él, estando su vulnerabilidad relacionada con la población y la movilidad. Más al norte, el espacio comprendido entre los barrios La Primavera y el norte de la Mariscal Sucre constituye otra zona de concentración, siendo allí los tipos de elementos esenciales más variados e incluyendo en especial los de distribución de agua potable y algunas empresas. Son visibles otros agrupamientos de elementos esenciales vulnerables al norte de la ciudad, en particular al oeste del aeropuerto, y al sur, a lo largo de la Panamericana y de las líneas eléctricas que conectan Santa Rosa con las subestaciones La Vicentina y Epiclachima. Las redes y la población son en este caso las más implicadas. El cuadro que acompaña al mapa 3 indica, tratándose de las mallas que contienen 3 elementos esenciales vulnerables, los tipos de elementos esenciales identificados. Allí figura siempre la población y las redes están ampliamente representadas. Aunque los vínculos entre elementos esenciales vulnerables no son necesariamente directos al interior de una misma malla, se pueden percibir interacciones particularmente nocivas entre estos últimos, en especial entre población y establecimientos de salud, movilidad y población, agua y población y hasta empresas y movilidad[4].

[3] Pero se podrían poner en evidencia otros elementos esenciales vulnerables mediante el análisis de elementos distintos a los considerados en este estudio. Por otro lado, en lo que atañe a la población, no solo se consideraron los lugares más vulnerables de concentración de los habitantes y de crecimiento demográfico en el DMQ, sino también los espacios donde la densidad es un tanto menor pero la población es muy vulnerable.

[4] No se analizaron las interacciones posibles entre elementos esenciales vulnerables a esta escala pero merecen un estudio más detallado.

3. La vulnerabilidad territorial: cartografía de los espacios generadores de vulnerabilidad

Desde los espacios fragilizados por su contexto de vulnerabilidad espacial y sobre todo desde aquellos que comprenden igualmente elementos esenciales vulnerables, la vulnerabilidad puede propagarse al conjunto del territorio (figura 1E). Esta puede afectar a otros elementos esenciales que se fragilizan aún más puesto que son en sí vulnerables, y transmiten a su vez su vulnerabilidad bajo la forma de una cadena de vulnerabilidades que afectan total o parcialmente al territorio[5]. La vulnerabilidad territorial puede, a su vez, extenderse a otros espacios, otras ciudades y ello tanto más cuanto que el territorio en cuestión es el de la capital del Estado (figura 1F)[6].

Las interacciones generadas por las vulnerabilidades particulares de los elementos esenciales y el contexto de vulnerabilidad espacial tienen un impacto en todo el territorio por efectos en cadena, a la manera de un virus en un sistema informático. Es sumamente difícil traducir espacialmente tales interacciones lo que justifica haber recurrido a una representación esquemática (figuras 1A a 1F). Es posible en cambio cartografiar los espacios que, por acumulación de puntos débiles, tienen mayor capacidad de generar vulnerabilidad a nivel territorial. Así, el mapa 4 constituye el mapa de la vulnerabilidad territorial del DMQ, o en otras palabras, de los espacios en los que radica la fragilidad del territorio metropolitano en la medida en que contienen y acumulan vulnerabilidades y las transmiten a todo el territorio. Se deben distinguir dos grupos:

- Son primeramente los espacios que comprenden elementos esenciales tanto de funcionamiento como de manejo de crisis, localizados en el mapa 1. Se distinguieron 4 tipos de espacios según un grado decreciente de generación de vulnerabilidad, el cual fue establecido en función del grado de vulnerabilidad espacial, de la densidad de los elementos esenciales y de la existencia de elementos esenciales vulnerables identificados en el marco de este estudio. El cuadro 1 presenta la manera en que se establecieron esos 4 grados.

5 Por ejemplo, un gran apagón (del tipo del que se produjo por la falla de la subestación Santa Rosa el 23 de junio de 2003, aunque más duradero) afectaría a una gran cantidad de elementos de funcionamiento del territorio (las empresas, por ejemplo) y los efectos negativos se producirían en cadena desembocando en una situación que puede tornarse crítica en diversos planos como la economía, la salud, la movilidad, etc.

6 Un cierre prolongado del aeropuerto de Quito, por ejemplo, no constituye solamente un grave problema para el DMQ sino para todo el país. Además de las pérdidas económicas ligadas al transporte de personas y mercancías (flores en especial), el aeropuerto es una pieza vital que facilita los innumerables desplazamientos de políticos y hombres de negocios entre la capital ecuatoriana y otras ciudades del país o entre ella y las zonas de explotación petrolera.

Cuadro 1 - Metodología de determinación del grado de generación de vulnerabilidad de los espacios que comprenden elementos esenciales de funcionamiento o de manejo de crisis

Grado de generación de vulnerabilidad	Elementos esenciales de funcionamiento y de manejo de crisis (véase mapa 1)	Vulnerabilidad espacial (accesibilidad y exposición a las amenazas) —véase mapa 4-2—	Vulnerabilidad de los elementos esenciales (véase mapa 3)
Muy alto	muy numerosos (entre 7 y 12)	relativamente elevada o elevada	al menos un elemento esencial vulnerable
		o	
	numerosos (entre 3 y 6)	elevada	al menos dos elementos esenciales vulnerable
Alto	poco numerosos o numerosos (entre 1 y 6)	relativamente baja o relativamente elevada	al menos dos elementos esenciales vulnerables
		o	
	poco numerosos o numerosos (entre 1 y 6)	elevada	un elemento esencial vulnerable o ninguno
		o	
	muy numerosos (entre 7 y 12)	relativamente elevada	ningún elemento esencial vulnerable identificado
Relativamente alto	poco numerosos o numerosos (entre 1 y 6)	relativamente baja	un elemento esencial vulnerable
		o	
	poco numerosos o numerosos (entre 1 y 6)	relativamente elevada	ningún elemento esencial vulnerable identificado
Relativamente bajo	al menos un elemento esencial	relativamente baja	ningún elemento esencial vulnerable identificado

- Vienen luego los espacios sin elementos esenciales para el funcionamiento o para el manejo de crisis. Estos, como ya se vio, pueden presentar debilidades ligadas a las dificultades de acceso o a una alta exposición a las amenazas, pero no plantearán verdaderamente problemas, a nivel del territorio, sino cuando comporten elementos esenciales para el Distrito. Esto significa, en términos de planificación preventiva, que los espacios que presentan una marcada vulnerabilidad espacial no deberán ser utilizados para futuros equipamientos de importancia, salvo si se emprenden

acciones destinadas a reducir esa vulnerabilidad (mejoramiento de las condiciones de accesibilidad, reducción de la probabilidad de ocurrencia o de los efectos de los eventos destructores mediante obras de ingeniería civil, un mejor manejo de las amenazas de origen antrópico, etc.).

En el caso de los espacios sin elementos esenciales, el mapa 4 retoma la información del mapa de vulnerabilidad espacial (4-1), poniendo en evidencia espacios con dominantes de vulnerabilidad (exposición a las amenazas y problemas de accesibilidad; sobre todo exposición a las amenazas; sobre todo problemas de accesibilidad)[7]. Ciertos espacios, situados al este de la ciudad, no presentan, teniendo en cuenta los conocimientos actuales en materia de amenazas, vulnerabilidades muy marcadas ofreciendo por ende un buen potencial de desarrollo urbano.

Los espacios que comportan elementos esenciales y que plantean más problemas (espacios de muy alta generación de vulnerabilidad representados en color ladrillo en el mapa) ocupan 68 mallas, es decir el 0,24% de todas las que cubren el Distrito (cuadro 2). Su superficie es sumamente limitada, apenas 10 km² en total, pero es allí donde son prioritarias las acciones de prevención de riesgos en la medida en que los elementos esenciales son numerosos, en que se han evidenciado formas de vulnerabilidad de estos últimos y en que el contexto de vulnerabilidad espacial es también desfavorable. Estos espacios, representados más detalladamente en el mapa 5, conciernen particularmente la parte central de Quito, desde el centro histórico hasta el aeropuerto, aunque también, de manera mucho más puntual el sur y el norte de la ciudad, así como el valle de Cumbayá-Tumbaco.

Es posible regresar a la información de base para apreciar mejor las características de esos espacios. Como ejemplo, los mapas 6 y 7 y los cuadros asociados indican los tipos de elementos esenciales para el funcionamiento y el manejo de crisis que existen en tales espacios altamente generadores de vulnerabilidad, así como los elementos esenciales vulnerables que fueron identificados[8].

El primer ejemplo se refiere a 8 mallas que corresponden a una gran parte del centro histórico, donde los elementos esenciales son muy numerosos y variados. Los más vulnerables son particularmente la población, la movilidad y el abastecimiento de agua. El segundo ejemplo concierne 3 mallas recorridas por la avenida 6 de Diciembre, donde se intersectan los barrios La Mariscal, La Paz y La Colón. Aparte de la población, la vulnerabilidad atañe en este caso a otros tipos de elementos esenciales: empresas y establecimientos de salud[9].

7 Véase el capítulo 4 y, en esta conclusión, «La vulnerabilidad espacial» (p. 432).

8 Esta identificación, recordémoslo, se basa en un análisis de vulnerabilidad relativo solamente a 6 tipos de elementos esenciales (véase la segunda parte de este libro).

9 Para entrar más en detalle, identificar de manera más precisa los elementos esenciales que plantean mayor

Otros espacios son altamente generadores de vulnerabilidad pero en un grado menor que los anteriores (color rojo en el mapa 4). Corresponden *grosso modo* a dos tipos de situación (véase el cuadro 1): o los elementos esenciales son pocos pero vulnerables, o se identificaron elementos esenciales poco vulnerables pero numerosos y se ubican en un contexto de vulnerabilidad espacial desfavorable. Están menos concentrados que los de la categoría anterior y conciernen principalmente las redes fuera de Quito (electricidad, ductos, agua), en especial al oeste del Distrito. En la ciudad, varios espacios presentan este grado de generación de vulnerabilidad, en particular en el sur, y más puntualmente en el norte donde predominan los elementos esenciales de la logística y las empresas, presentando algunos de ellos marcadas vulnerabilidades. Los alrededores del centro histórico al igual que una parte del centro norte de Quito se ubican igualmente en esta categoría. En el primer caso, se observan problemas vinculados sobre todo a la población, la movilidad y la red eléctrica. En el segundo es principalmente la fuerte concentración de elementos esenciales en un contexto de vulnerabilidad espacial relativamente desfavorable lo que justifica la inclusión de las mallas en la categoría «alta generación de vulnerabilidad» y ello incluso si se han identificado allí pocos elementos esenciales vulnerables.

Los espacios cuyo grado de generación de vulnerabilidad es relativamente elevado (color naranja) pueden comprender un número bastante alto de elementos esenciales (hasta 6) pero ya sea no se identificó ninguno vulnerable o existe uno solo, en un contexto de vulnerabilidad espacial más bien baja. El grado de generación de vulnerabilidad es por tanto menor que en los casos anteriores. Los espacios de estas características cubren gran parte de la ciudad de Quito (en especial el noroeste y el sudeste) así como a varios ejes situados al este del Distrito, que corresponden a vías de acceso a la ciudad aunque también a redes de agua y a ductos.

Los demás espacios, poco generadores de vulnerabilidad (color amarillo), presentan globalmente menos elementos esenciales y se caracterizan ante todo por registrar una baja vulnerabilidad (baja vulnerabilidad espacial y ningún elemento esencial vulnerable identificado). Se sitúan principalmente al noreste y al sudeste de la ciudad de Quito, así como en los valles, más particularmente a lo largo de las principales vías de comunicación y, de manera más extensa, en las parroquias Cumbayá, Tumbaco y Conocoto.

El mapa 4 constituye una síntesis de los conocimientos adquiridos a todo lo largo del programa de investigación, ya sea en términos de identificación de los elementos esenciales del Distrito, del funcionamiento así como del manejo de crisis, o de apreciación de su

cantidad de problemas y conocer sus características de vulnerabilidad, véanse los capítulos que tratan de la vulnerabilidad de los elementos esenciales del DMQ. Se puede también, a partir de la base de datos constituida y manejada por Savane, hacer consultas y obtener la información deseada.

Cuadro 2 - Tamaño de los espacios generadores de vulnerabilidad territorial según el grado y el tipo de generación de vulnerabilidad

Características de los espacios		Número de mallas	%	Superficie (km2)
Espacios con elementos esenciales para el funcionamiento o el manejo de crisis	Muy alta generación de vulnerabilidad	68	0,24	10
	Alta generación de vulnerabilidad	276	0,96	40
	Relativamente alta generación de vulnerabilidad	1.280	4,43	187
	Relativamente baja generación de vulnerabilidad	964	3,34	141
	Sub-total	2.588	8,96	379
Espacios sin elementos esenciales	Vulnerabilidad dominante : accesibilidad y exposición a amenazas	12.498	43,27	1.829
	Vulnerabilidad dominante : exposición a amenazas	538	1,86	79
	Vulnerabilidad dominante : accesibilidad	9.925	34,36	1.453
	Baja vulnerabilidad	3.338	11,56	489
	Sub-total	26.299	91,04	3.849
	TOTAL	**28.887**	**100**	**4.228**

vulnerabilidad teniendo en cuenta al mismo tiempo el contexto espacial de vulnerabilidad. Esta cartografía sintética permite identificar los espacios que, en el estado actual de los conocimientos, plantean más problemas o pueden plantearlos en caso de ocurrencia de un fenómeno de origen natural o antrópico de amplitud suficiente para desestabilizar al sistema urbano. El umbral de desestabilización[10] es muy difícil de determinar. Se vio que la cuestión de la transmisión de la vulnerabilidad es fundamental y que el hecho de que uno o varios elementos puedan verse afectados por un fenómeno, incluso de poca amplitud, puede ser más desestabilizador para el Distrito que la ocurrencia de un fenómeno de gran amplitud que afecte poco a esos mismos elementos esenciales. Esta constatación justifica aún más el interés de nuestro enfoque del riesgo en el medio urbano a través de los elementos esenciales y su vulnerabilidad, y no a través de las amenazas como se hace habitualmente.

La cartografía sintética aquí presentada no puede, evidentemente, bastarse a sí misma. Permite orientar la decisión de los planificadores urbanos pero es necesario al mismo tiempo recurrir a la información detallada producida a lo largo del programa, incluida en parte en este libro, en cada uno de los capítulos, y además a consultas en la base de datos constituida. Así, es posible, allí donde existen elementos esenciales para el Distrito, contemplar políticas de prevención de riesgos y desarrollar acciones concretas de reducción de la vulnerabilidad a partir de las diferentes formas que han sido evidenciadas. Se puede asimismo, con base en esta cartografía sintética, definir una planificación preventiva de los espacios donde no se ha implantado aún ningún elemento esencial.

Se identificaron y localizaron los puntos débiles del territorio y el Distrito es, con toda evidencia, un territorio con riesgo. Pero el riesgo no se reduce solamente a sus componentes negativos, a la vulnerabilidad. Es la resultante de componentes a la vez negativos y positivos, correspondiendo estos últimos particularmente a las acciones de reducción de vulnerabilidad ya emprendidas o que se pueden prever, en especial gracias al aporte de este programa de investigación.

4. La reducción de la vulnerabilidad

El análisis de las modalidades de reducción de la vulnerabilidad presentado en los capítulos 13 y 14 se basa en formas de reducción que corresponden en cierta medida a una lectura clásica de la vulnerabilidad: la producción de conocimientos fundamentales del medio y del funcionamiento social, la vigilancia concreta de las amenazas identificadas, las medidas de prevención y de preparación para situaciones de crisis, las acciones de protección contra las amenazas, el mejoramiento de la accesibilidad, de los

[10] que podría, por ejemplo, estar ligado a una intensidad sísmica dada, a la duración del no funcionamiento de una subestación eléctrica o de una planta de agua de importancia, o incluso a la magnitud de una explosión en un lugar de almacenamiento de productos peligrosos.

servicios básicos y de las comunicaciones, la contratación de seguros, la planificación urbana preventiva y el conjunto del marco jurídico, de las estructuras institucionales y de los procedimientos político-administrativos de prevención de los riesgos.

Al término de esta investigación, la reducción de la vulnerabilidad adquiere otra dimensión pues son las acciones emprendidas en esta perspectiva las que mejor pueden reducir los riesgos en el territorio metropolitano. En efecto, las diferentes formas de vulnerabilidad de los elementos esenciales identificadas, asociadas a la noción de vulnerabilidad territorial y a la formalización de los mecanismos de su transmisión, permiten definir acciones concretas de prevención de los riesgos identificando la manera en que ellas van a intervenir en las formas de vulnerabilidad de los elementos esenciales o en los mecanismos de transmisión de la vulnerabilidad.

La reducción de la vulnerabilidad en el DMQ

El análisis de las acciones desarrolladas en el DMQ en términos de reducción de la vulnerabilidad muestra un real esfuerzo desplegado en los campos del conocimiento científico de los riesgos. Sin embargo, tal conocimiento es aún insuficiente, en especial en ciencias sociales, y debe evolucionar para ser directamente utilizable por parte de quienes manejan el territorio. Por otro lado, si bien la vigilancia volcánica, sísmica y climática está asegurada, la insuficiencia de recursos económicos hace que pese la incertidumbre sobre su continuidad. La preparación para crisis de las instituciones y de la población ha mejorado considerablemente desde 1998 gracias a las crisis volcánicas, habiendo producido estas un real impulso en los planos tanto político como social e institucional. No obstante, el DMQ no ha aprovechado lo suficiente tales oportunidades para analizar las experiencias, mejorar los planes de contingencia y evaluar el impacto de las políticas de comunicación en la preparación y la prevención en los barrios. Paralelamente, las obras de protección contra las crecidas y las inundaciones se han multiplicado, aunque suscitan una cierta polémica. Por otra parte, los conocimientos científicos existentes apenas son empleados para reducir la vulnerabilidad y se continúan construyendo grandes infraestructuras, sin tomar en cuenta los conocimientos sobre las amenazas y sin producir análisis de vulnerabilidad que permitan evaluar sus efectos en la población y otros elementos esenciales del territorio.

La institucionalización de los riesgos entendida como la consideración de la prevención de los riesgos en el aparato jurídico y administrativo ecuatoriano y metropolitano ha experimentado una clara evolución desde inicios de los años 1990. Se ha asistido a una verdadera asunción político-administrativa de la prevención de los riesgos, con avances notables en términos de estructuras institucionales, de marcos jurídicos y de reglamentación. Esta dinámica, extremadamente positiva para reducir la vulnerabilidad del DMQ, se ve sin embargo debilitada desde hace algunos años por una multiplicación de las iniciativas y una falta de coordinación de las

acciones. La multiplicación de las estructuras implicadas en la prevención de los riesgos y la preparación para crisis lleva hoy en día a una confusión de las competencias y por tanto de las responsabilidades, lo que constituye un retroceso de la capacidad institucional del DMQ de manejar una situación de crisis. En otro plano, pese a los avances en la planificación preventiva y en las normas de construcción, la prevención de los riesgos se enfrenta a la cuestión del desarrollo en los barrios autoconstruidos que son los más vulnerables.

Los aportes operacionales del programa «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito»

La conceptuación y los métodos de análisis de los riesgos, formalizados en el programa «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» desembocan en posibilidades de actuar concretamente para la prevención de los riesgos. En efecto, los resultados presentados en este libro muestran que la vulnerabilidad de un territorio radica en dimensiones diferentes: la organización territorial, la vulnerabilidad de los elementos esenciales y la vulnerabilidad espacial del territorio. Por otra parte, las dependencias entre sistemas y las alternativas de funcionamiento de los elementos esenciales, el nivel de preparación para crisis y la institucionalización de la prevención de los riesgos son características del funcionamiento del territorio que van a venir a amplificar o disminuir la vulnerabilidad. Se sabe por otro lado que existen mecanismos de transmisión de la vulnerabilidad, desde los elementos esenciales hacia el territorio (la vulnerabilidad de un elemento esencial hace vulnerable a todo el territorio) y desde el territorio hacia los elementos esenciales (la vulnerabilidad espacial o, en otras palabras, un contexto espacial desfavorable, fragiliza a los elementos esenciales).

En concordancia con el procedimiento adoptado a todo lo largo de este trabajo de investigación, se ve que en teoría, la reducción de la vulnerabilidad puede operarse según varios ángulos de ataque que remiten a las relaciones entre elementos esenciales y territorio y a las modalidades de transmisión de la vulnerabilidad entre estos dos niveles de análisis. Las políticas de reducción de los riesgos pueden entonces tener como objetivos:

- reducir la vulnerabilidad de los elementos esenciales en sí;
- reducir la transmisión de la vulnerabilidad de los elementos esenciales al conjunto del territorio, desarrollando, por ejemplo, alternativas de funcionamiento, sistemas más autónomos, multiplicando los elementos esenciales de modo que sean menos esenciales, es decir disminuyendo la dependencia del territorio en relación con un número reducido de elementos esenciales que además pueden concentrarse en el espacio y presentar varias formas de vulnerabilidad;
- reducir la vulnerabilidad espacial del territorio mejorando la accesibilidad de los diferentes es-

pacios y reduciendo la probabilidad de ocurrencia o los efectos de ciertas amenazas potenciales;

- reducir la transmisión de la vulnerabilidad espacial del territorio a los elementos esenciales, deslocalizando aquellos que están muy expuestos, dispersándolos.

Esta conceptuación general permite prever más concretamente diferentes tipos de acciones o de políticas de reducción de la vulnerabilidad del Distrito que pueden aplicarse a los diferentes elementos esenciales de funcionamiento o de manejo de crisis. Las posibilidades de intervención para reducir la vulnerabilidad que pueden derivarse de los resultados de esta investigación son, entre otras:

- actuar sobre la organización territorial (desarrollo de una verdadera planificación preventiva, desconcentración de los elementos esenciales, mejoramiento de la accesibilidad de los espacios marginales);
- actuar sobre la vulnerabilidad de los elementos esenciales (reemplazo de los elementos vetustos, mantenimiento más regular, mejoramiento de la capacidad de control de las líneas de la logística urbana, disminución de su dependencia frente a elementos exteriores);
- actuar en los tipos de vulnerabilidad que atañen no solo a los elementos esenciales sino también al conjunto del sistema urbano (disminución de las dependencias, multiplicación de las alternativas de funcionamiento, mejoramiento de la preparación para crisis);
- actuar sobre la susceptibilidad de daños (protección y refuerzo de las estructuras);
- actuar sobre la preparación, la prevención y el manejo de crisis (mejoramiento de la distribución espacial de los elementos esenciales de manejo de crisis, apoyo a las organizaciones sociales, mayor autonomía de los espacios que pueden quedar aislados en caso de crisis);
- actuar para optimizar los conocimientos que pueden reducir la vulnerabilidad (mejoramiento del conocimiento de las formas de vulnerabilidad, desarrollo de estudios sobre las amenazas en función de la localización de los elementos esenciales y a una escala apropiada);
- actuar sobre la institucionalización del manejo de los riesgos (mejoramiento de las estructuras y procedimientos de prevención de los riesgos y de manejo de crisis, mejor coordinación de las instituciones, aplicación de las normas y los reglamentos, mejoramiento de los sistemas de control).

Los análisis de vulnerabilidad de 6 tipos de elementos esenciales (agua, electricidad, movilidad, empresas, población, establecimientos de salud) pusieron en evidencia diferentes formas y diferentes grados de vulnerabilidad de tales elementos. A continuación se presentan, para cada uno de ellos, algunos tipos de acciones que permiten reducir las vulnerabilidades identificadas[11].

[11] No se trata de hacer aquí un inventario exhaustivo de las diferentes posibilidades de reducción de las

Reducción de la vulnerabilidad del abastecimiento de agua del DMQ

El análisis de los puntos críticos del abastecimiento de agua del DMQ ofrece la posibilidad de intervenir puntualmente en los elementos esenciales vulnerables, a través de mejoramiento de la capacidad de control de ciertas líneas o la resolución de las causas de vulnerabilidad intrínseca de algunas plantas, a menudo vinculadas a la antigüedad o a la falta de mantenimiento. Sin embargo, pensar la seguridad del abastecimiento de agua supone la implantación de una política más general de reducción de la vulnerabilidad que podría centrarse en tres puntos:

- la reducción de la susceptibilidad de daño de las líneas de conducción mediante medidas de protección, en especial en los sectores de intersección con los potenciales lahares del Cotopaxi;
- la disminución de la vulnerabilidad intrínseca de la planta más vulnerable (Puengasí) mediante la renovación de los equipos, la protección de la conducción por canal abierto y el mejoramiento de la capacidad de control;
- la diversificación de las fuentes de abastecimiento, asegurándose, por ejemplo, del funcionamiento del bombeo del acuífero y reforzando y multiplicando los sistemas alternativos.

---

vulnerabilidades identificadas sino de dar algunos ejemplos significativos relacionados con las mayores vulnerabilidades.

Reducción de la vulnerabilidad del abastecimiento de energía eléctrica del DMQ

La disminución de la vulnerabilidad del abastecimiento de energía eléctrica reside en la reducción de las debilidades observadas en el sistema en su conjunto y en las de sus elementos esenciales. A nivel del sistema, la cuestión de las alternativas de funcionamiento es fundamental. El aplastante papel de la subestación Santa Rosa se ha visto atenuado con el abastecimiento de energía eléctrica proveniente de Pomasqui, pero se puede pensar en alternativas que ofrezcan generación de electricidad más puntual y diversificada al interior mismo del Distrito o a proximidad. En el campo del suministro de energía eléctrica, las debilidades institucionales son evidentes. No todas se relacionan con problemas financieros, y medidas tendientes a facilitar, por ejemplo, una mejor coordinación entre los sectores encargados de la generación y distribución de electricidad, al igual que una mejor articulación entre Transelectric y la EEQ, pueden reducir sensiblemente las dificultades en caso de crisis. A nivel de los elementos esenciales, la exposición a las amenazas, particularmente de las líneas, plantea problemas. La implantación de estas últimas debería basarse en estudios más profundos sobre tal exposición. La capacidad de control de esos elementos esenciales debe igualmente mejorar asociando la mejor accesibilidad física posible, la presencia de personal calificado en todos los lugares estratégicos y la disposición de sistemas de televigilancia. Uno de los puntos más débiles observados es la preparación para el manejo de

crisis. Se necesitan verdaderos planes preventivos que consideren de manera global el conjunto de riesgos a los están sometidos a la vez el sistema eléctrico y la ciudad de Quito, al igual que una preparación adecuada del personal de las empresas eléctricas.

Reducción de la vulnerabilidad de la movilidad al interior del DMQ

Reducir la vulnerabilidad de la movilidad significa incrementar la accesibilidad allí donde es difícil en período normal y donde puede verse comprometida en tiempo de crisis. A todo lo largo del estudio se evidenciaron elementos esenciales cuya accesibilidad es limitada e incluso sumamente difícil (caso de ciertos elementos de las redes de abastecimiento de agua y de energía eléctrica). Asimismo, ciertos sectores del Distrito podrían verse aislados en período de crisis. Así pues, parece útil pensar y corregir los problemas de acceso más visibles conservando al mismo tiempo una mirada prospectiva en términos de riesgos y de manejo de crisis. Concretamente, esto significa reflexionar con base en escenarios partiendo de datos como los que pudieron recopilarse en el marco de este programa de investigación. Significa también emprender acciones a menudo poco costosas pero eficaces que apuntan a la búsqueda de alternativas viales; la preparación de itinerarios alternativos señalizados en la hipótesis de cierre de un eje esencial o de los túneles San Juan, San Roque y San Diego; la reducción de la congestión de la circulación a proximidad de ciertos elementos de gran importancia tales como los establecimientos de salud; el mejoramiento de la observación de la circulación vial (mediante la instalación de cámaras de vídeo o de puestos de observación). Otras acciones parecen indispensables como el mantenimiento y el refuerzo físico de obras de ingeniería esenciales (puentes en especial), algunas de las cuales se revelan particularmente vulnerables y cuya rotura ocasionaría graves perturbaciones en la dinámica de la movilidad al interior del Distrito.

Reducción de la vulnerabilidad de las empresas

Los responsables municipales tienen teóricamente poco margen de maniobra para reducir la vulnerabilidad de las empresas del DMQ en la medida en que estas dependen esencialmente del sector privado. En realidad, muchas acciones son posibles y conciernen la planificación preventiva, la incentivación y la capacitación.

La planificación preventiva consiste en orientar la ocupación del espacio teniendo en cuenta la fuerte concentración actual de las empresas en ciertos sectores de la ciudad (las sedes en el centro norte y las unidades productivas en las zonas industriales del norte y del sur) y su elevado grado de exposición a las amenazas. Esto implica proponer a los industriales nuevos emplazamientos, fácilmente accesibles y poco expuestos a las amenazas, y desarrollar medidas incentivadoras para atraer a las nuevas implantaciones o para suscitar desplazamientos. Se vio que ciertas empresas, las que almacenan productos peligrosos,

no solo están expuestas a amenazas sino que además generan amenazas en sectores poblados. Los desplazamientos se refieren pues prioritariamente a ellas.

Es también útil organizar campañas de información e, incluso mejor, sesiones de capacitación, para las empresas más vulnerables a fin de que puedan manejar una situación de crisis en las mejores condiciones posibles. En efecto, se pudo observar que la mayoría de ellas presentan elevadas vulnerabilidades, se trate ya sea de debilidades internas, de marcadas dependencias, de insuficientes alternativas de funcionamiento o de carencias en la preparación para el manejo de crisis.

Reducción de la vulnerabilidad de la población

La población vulnerable es ante todo una población pobre y con un limitado nivel de instrucción. Reducir la pobreza es reducir la vulnerabilidad pero esta es tarea que corresponde ante todo a la acción política y social del Estado. A nivel del Distrito sin embargo, se pueden contemplar varias acciones, todas capaces de reducir sustancialmente la vulnerabilidad de la población.

La primera se refiere a la ocupación del suelo y al ordenamiento del espacio. Se trata en especial de reubicar a las personas que habitan en zonas de riesgo reconocidas (las instaladas al borde de las quebradas o fuera de los límites de la ciudad y que viven en condiciones precarias) y tratar de limitar la ocupación ilegal de tierras que por lo general concierne los espacios menos propicios a la urbanización y los más expuestos a las amenazas. El mejoramiento de la accesibilidad de ciertos barrios, en especial los ubicados en las márgenes de la zona urbana de Quito es igualmente una medida que permitiría la reducción de la vulnerabilidad de su población, en particular en período de crisis.

La preparación para el manejo de crisis constituye el segundo tipo de acción indispensable. Puede adquirir diversas formas: campañas de información y de educación utilizando en especial las escuelas, refuerzo de las brigadas barriales, apoyo a la solidaridad familiar o asociativa. Las organizaciones sociales deben considerarse con atención en la medida en que pueden, por su anclaje en la población, sus actividades, su papel en la solidaridad y las relaciones interpersonales, contribuir directa o indirectamente a la prevención de los riesgos y al manejo de crisis.

Sea cual sea el tipo de acción, se trata de prestar una atención particular a la población más vulnerable, no solo por sus condiciones socioeconómicas sino también por su edad o su condición física. Se trata igualmente de no reducir la población vulnerable a la población urbano-marginal pues, a nivel del Distrito, es sobre todo fuera de Quito donde se encuentran las mayores vulnerabilidades. Los espacios rurales situados en las márgenes del Distrito son en general poco poblados pero su probable aumento demográfico hace presagiar graves problemas en el futuro si no se toman medidas tendientes a reducir la vulnerabilidad.

Reducción de la vulnerabilidad de los establecimientos de salud del DMQ y del sistema de atención de emergencia

En estos últimos años se han desplegado esfuerzos para mejorar el sistema de intervención de emergencia con la creación del CIREM y del 911, pero estos siguen siendo insuficientes para un espacio como el DMQ. Se debe incrementar el parque de ambulancias y mejorar la coordinación interinstitucional entre servicios de emergencia. Por otra parte, hacen falta camas de hospitalización y las que existen no están repartidas geográficamente de manera óptima. Así pues, harían falta establecimientos de salud en los lugares donde actualmente no existen o son insuficientes, en especial en el sur de Quito y en las zonas de desarrollo del norte de la ciudad, en dirección de Calderón, al igual que en los valles orientales.

Varios establecimientos, sobre todo públicos, presentan una vulnerabilidad estructural elevada y demandan un mejor mantenimiento, e incluso refuerzos para poder resistir en caso de sismo. La preparación para manejo de crisis es muy insuficiente en numerosos establecimientos y deberá ser objeto de medidas apropiadas: reducción de las vulnerabilidades no estructurales, elaboración y difusión de planes de emergencia, práctica regular de ejercicios de evacuación, implantación de sistemas de comunicación de emergencia, mejoramiento de la accesibilidad de los establecimientos, creación de quirófanos de emergencia suplementarios, mejor manejo de las reservas de insumos, mejoramiento de la autonomía en materia de agua y electricidad, etc.

Un esfuerzo particular de preparación del personal debe desplegarse en el caso de los establecimientos de salud especializados cuyos pacientes son particularmente vulnerables (maternidades, hospitales psiquiátricos, geriátricos y pediátricos).

5. Aportes conceptuales y metodológicos y pistas científicas de una investigación para el desarrollo en cooperación

El trabajo presentado en este libro, así como en *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, aporta ciertas concepciones nuevas y nociones originales presentadas en la introducción; al mismo tiempo, abre una serie de pistas de investigación que habrá que profundizar. El resumen que se hace a continuación no tiene otra pretensión que la de listar esas nociones aún inacabadas y que hacen necesaria la prosecución de las investigaciones y del trabajo de conceptuación en torno a la cuestión de los riesgos en el medio urbano.

Conceptos reconsiderados y nuevas nociones

Elementos esenciales

La determinación de los elementos esenciales permite dar cuenta de manera localizada de las claves del funcionamiento territorial con el fin de identificar los lugares que merecen una atención particular

en términos de análisis de vulnerabilidad y de política de reducción de los riesgos. Los resultados obtenidos contribuyen al conocimiento de los lugares estratégicos del funcionamiento territorial del DMQ, útil tanto para la prevención de los riesgos como para el manejo de crisis, la planificación preventiva o el manejo del territorio en lo cotidiano. Aportan al mismo tiempo conocimientos sobre los procesos de constitución de la centralidad y revelan las nuevas polaridades emergentes del territorio. En ese sentido, la determinación de los elementos esenciales es un aporte metodológico para el conocimiento de los espacios urbanos en general.

En materia de análisis del riesgo, el enfoque mediante los elementos esenciales permite pensar el territorio y la ciudad ante cualquier otra consideración (como las amenazas en especial). Posibilita también partir de lo que verdaderamente hace el riesgo o, en otros términos, de lo que se puede perder y no se desea perder. Y el riesgo es tanto mayor cuanto lo que se puede perder es vulnerable. Los elementos esenciales y su vulnerabilidad son entonces las dos nociones fundamentales que permiten definir el riesgo.

Formas de vulnerabilidad

La formalización de las diferentes formas de vulnerabilidad de los elementos esenciales desemboca en un método de análisis cuyos resultados permiten contemplar un abanico de acciones capaces de disminuir el riesgo, que se deben armonizar con opciones políticas o estrategias de intervención. Al descifrar la vulnerabilidad de los elementos esenciales en términos de vulnerabilidad intrínseca, de exposición a las amenazas y de susceptibilidad de daño, de dependencias, de capacidad de control, de alternativas de funcionamiento o de capacidad de manejar situaciones de crisis, nos damos los medios de identificar concretamente lo que conforma la fragilidad de un elemento esencial que puede transmitirse al conjunto del territorio. Todas esas formas de vulnerabilidad pueden analizarse a nivel de los elementos esenciales pero se aplican igualmente a todo el territorio.

La cuestión de las amenazas

La noción de amenaza entendida como un fenómeno exterior a los elementos esenciales y a la vulnerabilidad es inoperante, como lo muestra la aparición de amenazas generadas por los sistemas sociales y técnicos, fuera de todo evento externo. La colocación de la amenaza como una dimensión de la vulnerabilidad a través de las nociones de exposición y de susceptibilidad de daño, permite resolver la ambigüedad, y concebir a la amenaza no únicamente como un fenómeno ajeno a la sociedad, sino también como un producto de ella. El colapso del abastecimiento de energía eléctrica de un territorio puede ser producto de la vulnerabilidad del sistema eléctrico en sí y se convierte en una amenaza para el territorio y los elementos esenciales que se encuentran en él. Asimismo, una empresa esencial para el funcionamiento y el desarrollo del territorio, que almacena productos peligrosos, puede pasar del estatus de elemento esencial al de generador de amenazas si

los sistemas de seguridad interna y de protección del entorno son inexistentes o ineficaces.

Así, la vulnerabilidad de un elemento esencial puede tener como consecuencia producir una amenaza para otro elemento esencial o para el territorio. Visto del exterior de un sistema (el de abastecimiento de energía eléctrica por ejemplo), un corte de electricidad es percibido como una amenaza, es decir un evento externo más o menos imprevisible, sobre el cual no se puede actuar y que tiene consecuencias negativas más o menos graves. La noción de amenaza es pues mucho más compleja de lo que parece. La transmisión de la vulnerabilidad de un elemento esencial hacia el territorio o hacia otros elementos esenciales puede entonces interpretarse también como la concreción de una amenaza, con la salvedad de que las acciones posibles de reducción de las amenazas (en su concepción clásica) son por definición casi inexistentes, mientras que un enfoque bajo el ángulo de la vulnerabilidad permite múltiples acciones de mitigación. Estas reflexiones muestran que debe profundizarse la noción de amenaza y sus articulaciones con la vulnerabilidad. Se observa también que las diferentes dimensiones de la vulnerabilidad que hacen el riesgo cambian de estatus en función del lugar desde donde se las mire y de la escala de lectura, lo que suscita la reflexión y exige proseguir los esfuerzos de conceptuación.

La vulnerabilidad espacial

La noción de vulnerabilidad espacial permite una primera lectura de la vulnerabilidad del territorio cruzando entre una y otra las informaciones localizadas que informan de una vulnerabilidad *a priori* del territorio. Nuestra reflexión se centró en las cuestiones de accesibilidad y de exposición a las amenazas, pero se podrían considerar otros criterios espaciales como el control político-administrativo del espacio. La noción de vulnerabilidad espacial es original, aún no explotada en los análisis de riesgo. Es sin embargo muy útil pues permite caracterizar el contexto espacial, más o menos desfavorable, en el que opera todo lo que permite al territorio funcionar y desarrollarse. Posibilita una primera apreciación de la vulnerabilidad de los elementos esenciales del territorio que, por el solo hecho de su localización, capitalizan todo o parte de la vulnerabilidad de los espacios donde se sitúan. La información resultante del análisis de la vulnerabilidad espacial de lugares que no contienen aún elementos esenciales es también sumamente útil en el sentido de una planificación preventiva del territorio.

Esta noción permite leer la vulnerabilidad del contexto territorial de los espacios, que comprenden o no elementos esenciales, a partir del cruce de informaciones localizadas: sin información sobre la vulnerabilidad de los elementos esenciales en sí, permite conocer su contexto espacial de vulnerabilidad, identificando así las bases espaciales de la vulnerabilidad territorial. Dicho de otro modo, la vulnerabilidad espacial está constituida por las dimensiones de la vulnerabilidad que se transmiten por localización (conjunción espacial).

La vulnerabilidad territorial

La noción de vulnerabilidad territorial es igualmente una noción original, más compleja que la de vulnerabilidad espacial en la medida en que se basa a la vez en esta última y además en la existencia y la vulnerabilidad de los elementos esenciales. Las interacciones que genera la vulnerabilidad de los espacios y de los elementos esenciales se propaga a todo el territorio por efectos en cadena. No se prestan a una representación espacial, pero esta última se puede construir proponiendo una jerarquía de los lugares que generan la vulnerabilidad por la existencia, e incluso la acumulación, de vulnerabilidades identificables a nivel de los espacios y los elementos esenciales y por la transmisión de tales vulnerabilidades al territorio en su conjunto. El análisis de la vulnerabilidad territorial, en la medida en que apunta a identificar, caracterizar y jerarquizar los espacios generadores y difusores de vulnerabilidad, permite definir los espacios más sensibles y estratégicos donde las acciones de reducción de los riesgos son prioritarias.

La noción de vulnerabilidad territorial es entonces construida proponiendo una jerarquía de los lugares que generan la vulnerabilidad del territorio al transmitir su vulnerabilidad al conjunto. Permite por tanto priorizar los espacios y las acciones a desarrollarse.

La transmisión de la vulnerabilidad

Existe una solidaridad de hecho entre elemento esencial y territorio: el elemento esencial hace funcionar al territorio y este da al primero su dimensión de elemento esencial. Ahora bien, de la misma manera que el territorio puede transmitir su vulnerabilidad espacial a los elementos por la localización (exposición a las amenazas, accesibilidad u otro criterio territorial), los elementos esenciales (de la electricidad, del agua, de la población, etc.) van a transmitir su vulnerabilidad a todo el territorio por los vínculos de dependencia.

La cuestión de la transmisión de la vulnerabilidad es un mecanismo clave del conocimiento de los riesgos y debe constituir una pista de investigación tanto para las ciencias sociales como para las ciencias naturales y de la ingeniería. A través de la comprensión de los mecanismos de esta transmisión se podrá replantear la problemática de los vínculos entre elementos esenciales, territorio, vulnerabilidad y riesgo.

La dimensión política y social del riesgo

Si la pertinencia de un concepto se evalúa por su capacidad de dar cuenta de la realidad social y de actuar sobre ella, es el uso que se hará de esta investigación, su capacidad de ofrecer marcos eficaces de análisis y pistas de acciones concretas lo que definirá su pertinencia. El concepto de riesgo ha evolucionado colocando en el centro de la definición a los elementos esenciales, es decir lo que no se quiere perder, lo que debe continuar funcionando, lo que debe protegerse. Es este punto de vista el que hace toda la originalidad del trabajo realizado en Quito y es probablemente su mayor interés, conceptual y operacional a la vez.

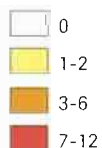
En el plano científico, este punto de vista cuestiona la lectura habitual de los riesgos y desde un punto de vista operacional, parte de objetos concretos que son los objetos del manejo de los responsables del territorio. Parte también de sus necesidades, de sus prácticas y de sus posibilidades, financieras en especial, lo que obliga a priorizar las acciones. Es importante subrayar que es la investigación llamada «operacional» la que permitió retomar los conceptos y ello cuestiona la distinción, frecuentemente artificial y no pertinente, entre investigación aplicada e investigación fundamental. En efecto, es efectivamente porque esta investigación fue realizada en contacto con lo operacional que la problemática fue diferente y es porque la problemática fue diferente que los conceptos y métodos debieron evolucionar.

La definición del riesgo mediante los conceptos clave de elementos esenciales y vulnerabilidad permite pues dar cuenta de la dimensión a la vez territorial, social y política del riesgo. Estas dos nociones exploradas en los dos libros que presentan los resultados del programa de investigación «Sistema de información y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito» abren numerosas pistas de reflexión y de investigación para el futuro: la primera en el sentido en que se trata de determinar los elementos esenciales para el territorio que trascienden las discrepancias sociales y políticas, que remiten al interés general, al bien común; la segunda en la medida en que el descifrar su complejidad, sus diferentes dimensiones y sus modalidades de difusión al interior de un territorio constituye una condición fundamental para la reducción de los riesgos.

Mapa 1 - Localización de los elementos esenciales para el funcionamiento y para el manejo de crisis en el DMQ



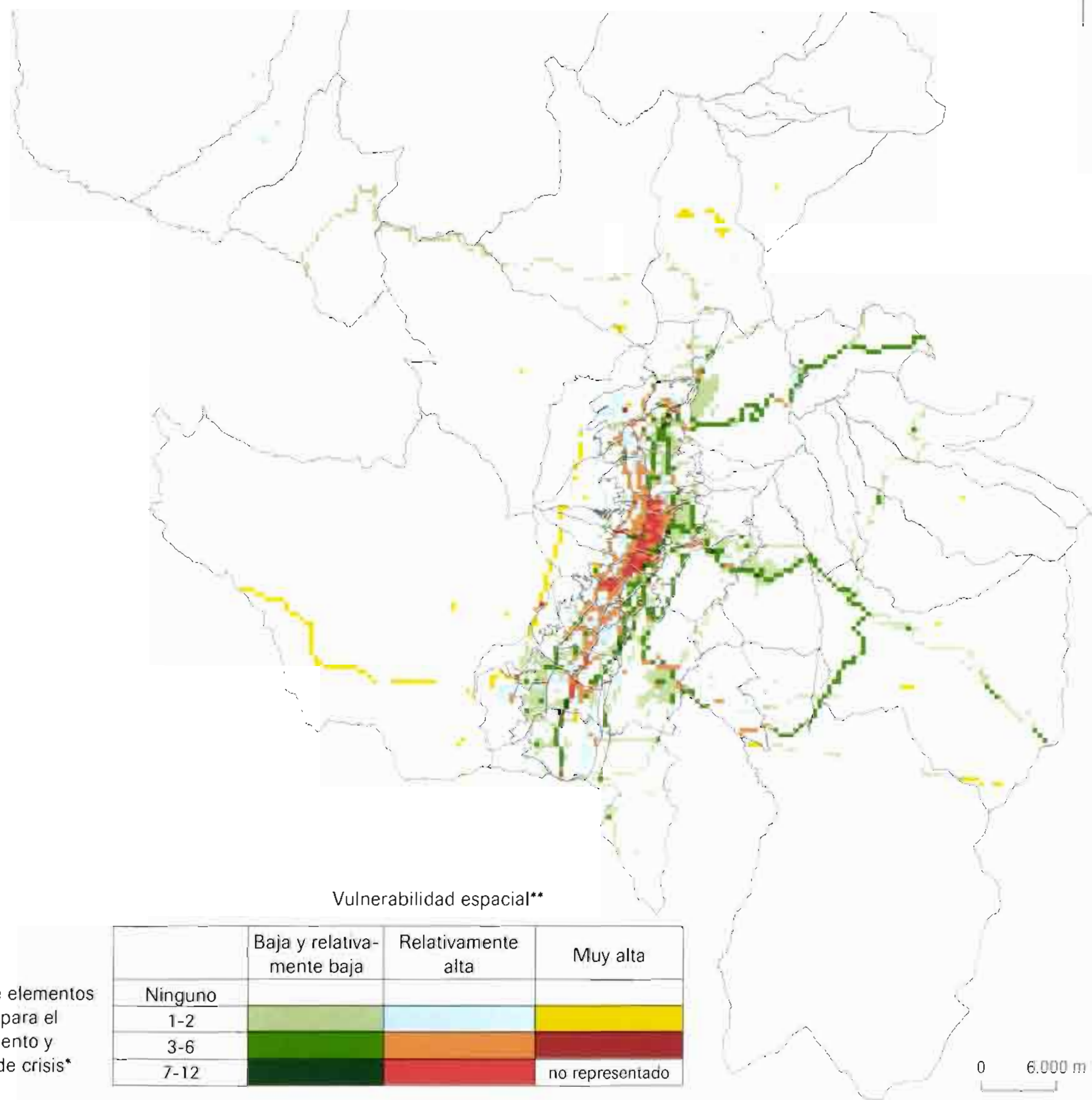
Número de tipos
de elementos esenciales



El máximo teórico posible es 22:
16 tipos de elementos esenciales para el funcionamiento y
6 tipos de elementos esenciales para el manejo de crisis

0 6.000 m

Mapa 2 - Contexto de vulnerabilidad espacial en el que se sitúan los elementos esenciales para el funcionamiento y el manejo de crisis

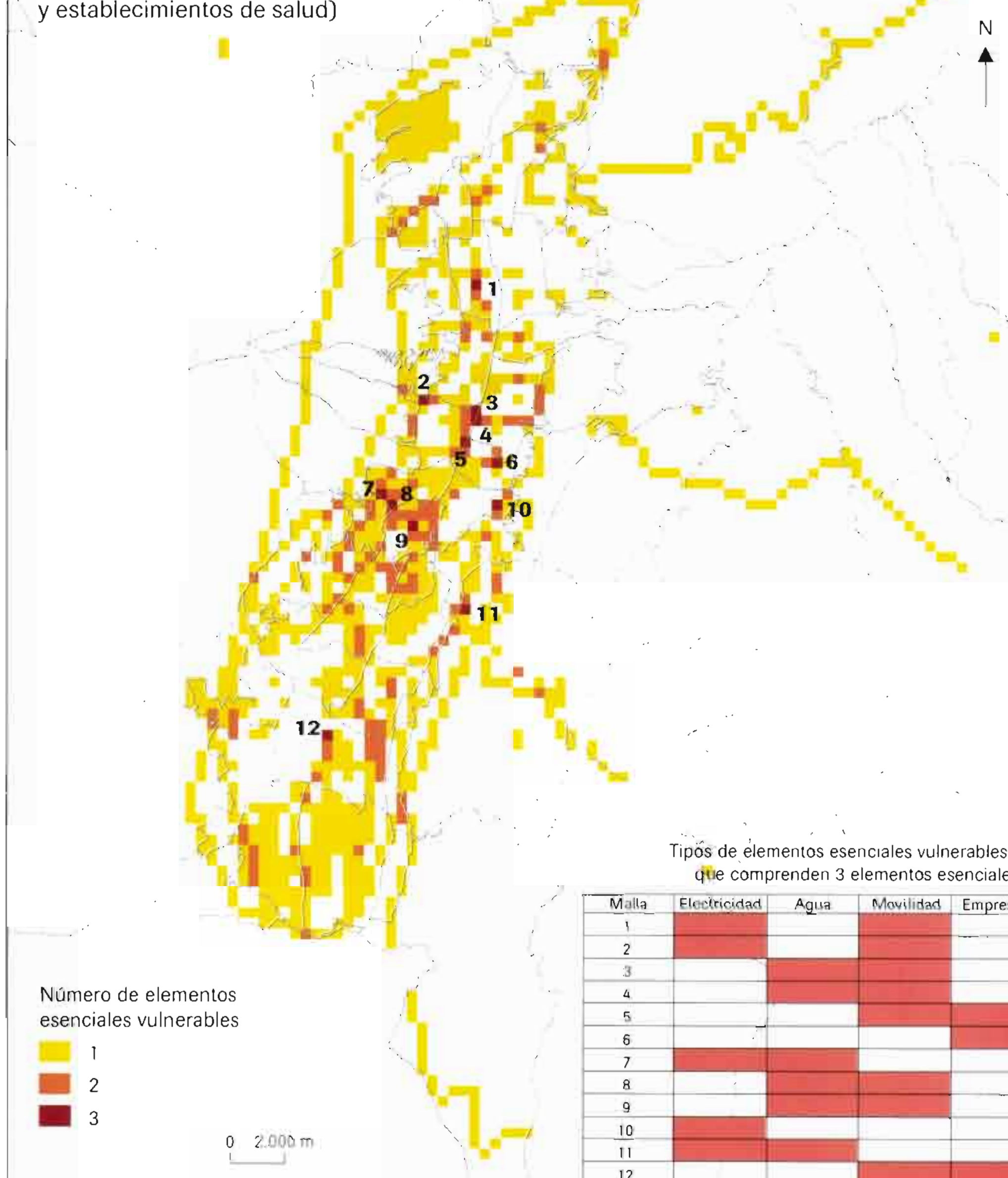


* véase el mapa 1

** Las tres clases de vulnerabilidad fueron construidas con base en los datos del mapa 2-4 (valores 2 y 5: vulnerabilidad relativamente baja, valores 8 y 10: vulnerabilidad relativamente alta; valores 13 y 18: vulnerabilidad alta a muy alta)

Mapa 3 - Localización de los elementos esenciales vulnerables del DMQ a partir del análisis de 6 tipos de elementos esenciales

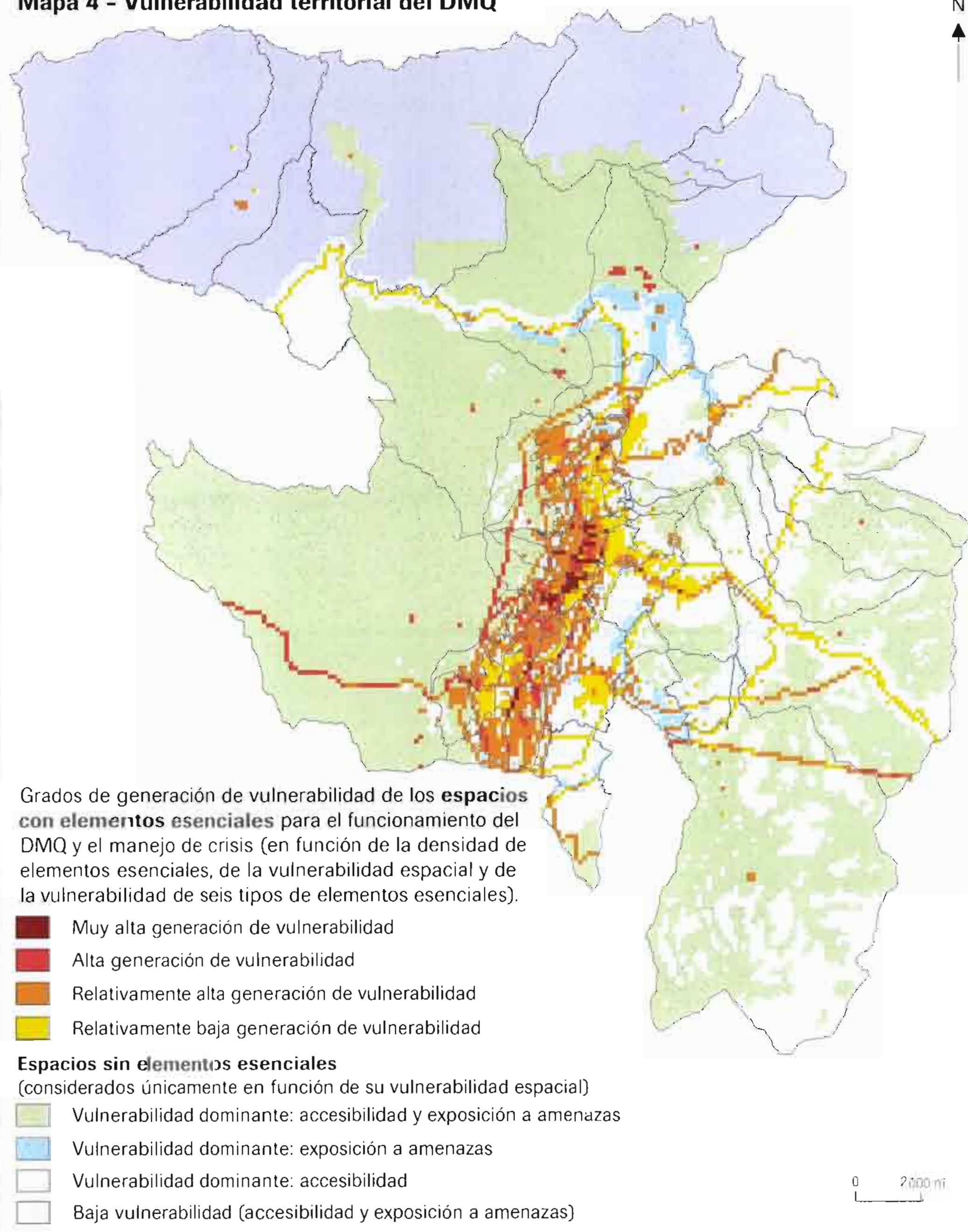
(red eléctrica, sistema de abastecimiento de agua, movilidad, empresas, población y establecimientos de salud)

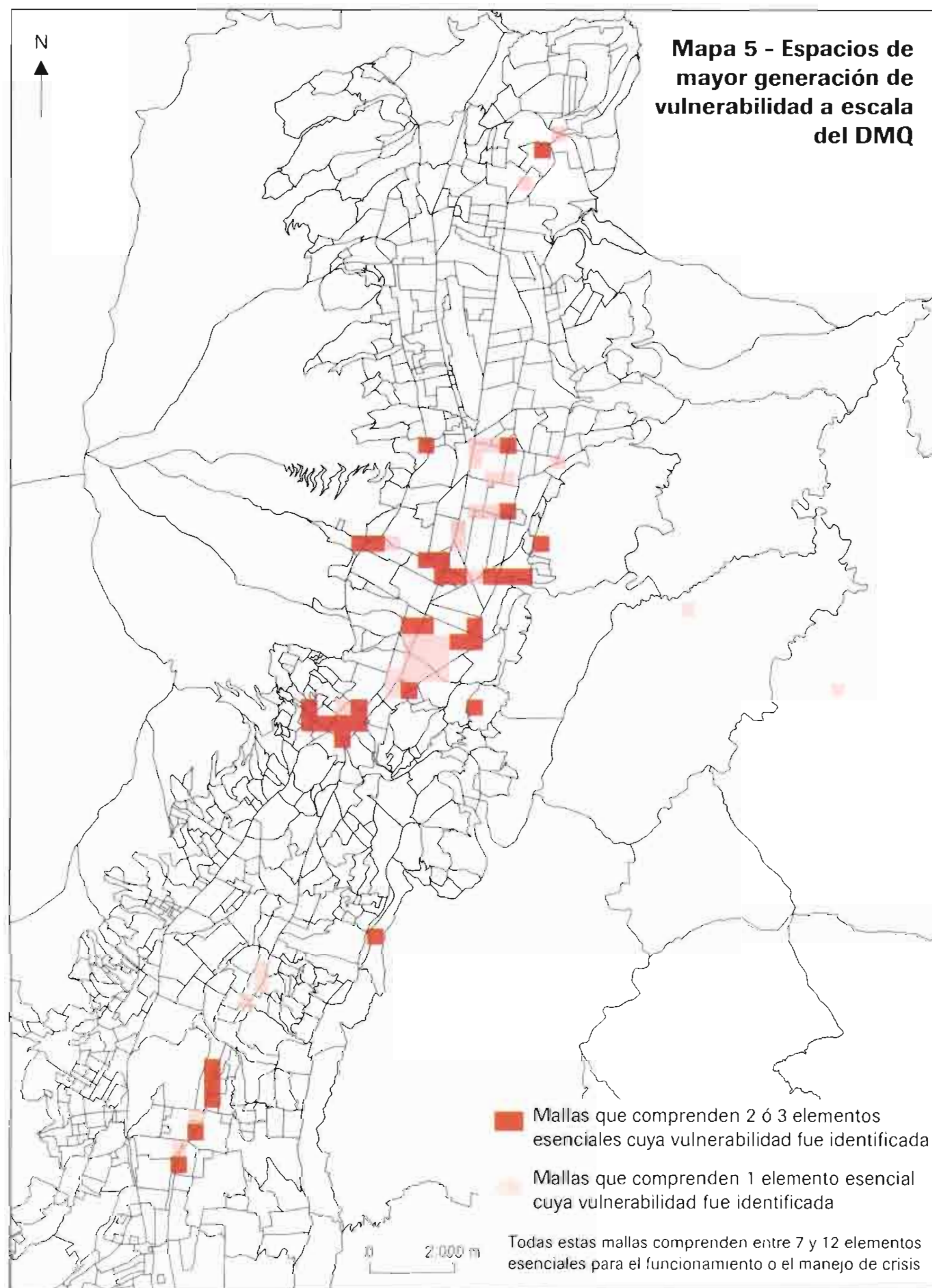


Tipos de elementos esenciales vulnerables en las 12 mallas que comprenden 3 elementos esenciales vulnerables

Malla	Electricidad	Agua	Movilidad	Empresas	Población	Salud
1	■		■		■	
2	■		■		■	
3		■	■		■	
4		■	■		■	
5			■	■	■	
6				■	■	■
7	■	■			■	
8		■	■		■	
9		■	■		■	
10	■				■	■
11	■	■			■	
12			■	■	■	

Mapa 4 - Vulnerabilidad territorial del DMQ




N
Mapa 5 - Espacios de mayor generación de vulnerabilidad a escala del DMQ
Mallas que comprenden 2 ó 3 elementos esenciales cuya vulnerabilidad fue identificada
Mallas que comprenden 1 elemento esencial cuya vulnerabilidad fue identificada
Todas estas mallas comprenden entre 7 y 12 elementos esenciales para el funcionamiento o el manejo de crisis
0
2.000 m

Mapa 6 - Mallas del centro histórico que comprenden numerosos elementos esenciales para el funcionamiento y el manejo de crisis, algunos de los cuales son particularmente vulnerables



	Malla 1	Malla 2	Malla 3	Malla 4	Malla 5	Malla 6	Malla 7	Malla 8
FUNCIONAMIENTO								
Población								
Educación								
Salud								
Recreación								
Patrimonio								
Cultura								
Agua								
Alimentos								
Electricidad								
Combustibles								
Telecomunicaciones								
Movilidad								
Empresas								
Valor del suelo								
Instituciones públicas								
Capitalidad								
CRISIS								
Centros decisión e intervención								
Abastecimiento alimentos y agua								
Alimentos								
Agua								
Apoyo población								
Salud								
Refugios								
Abastecimiento energético								
Combustibles								
Electricidad								
Comunicación								
Movilidad								
Telecomunicaciones								
Recuperación (empresas, canteras)								

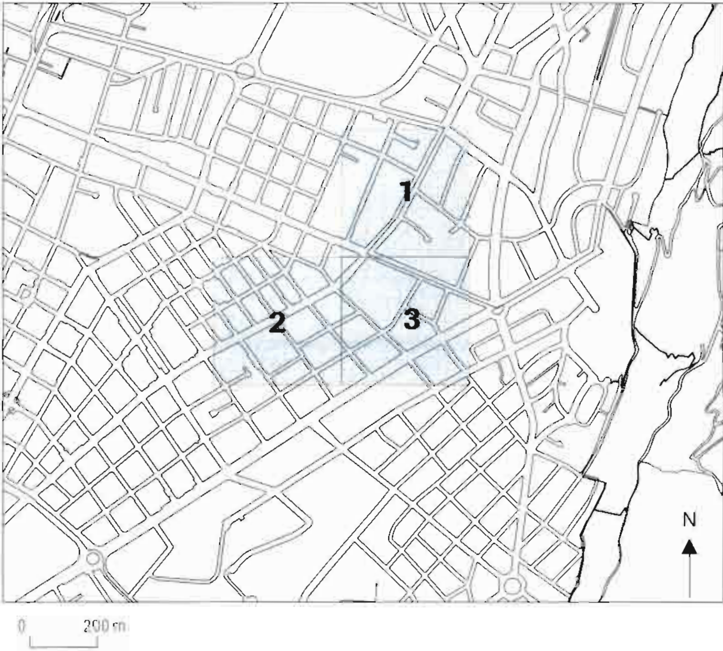
EXISTENCIA DE ELEMENTOS ESENCIALES

 Elementos esenciales no vulnerables o vulnerabilidad no identificada

 Elementos esenciales vulnerables identificados

La vulnerabilidad espacial (debida a la exposición a amenazas) es relativamente elevada en cada una de las mallas.

Mapa 7 - Mallas del sector de la avenida 6 de Diciembre en la intersección de los barrios La Mariscal, La Paz y La Colón, que comprenden numerosos elementos esenciales para el funcionamiento y el manejo de crisis, algunos de los cuales son particularmente vulnerables



	Malla 1	Malla 2	Malla 3
FUNCIONAMIENTO			
Población			
Educación			
Salud			
Recreación			
Patrimonio			
Cultura			
Agua			
Alimentos			
Electricidad			
Combustibles			
Telecomunicaciones			
Movilidad			
Empresas			
Valor del suelo			
Instituciones públicas			
Capitalidad			
CRISIS			
Centros decisión e intervención			
Abastecimiento alimentos y agua			
Alimentos			
Agua			
Apoyo población			
Salud			
Refugios			
Abastecimiento energético			
Combustibles			
Electricidad			
Comunicación			
Movilidad			
Telecomunicaciones			
Recuperación (empresas, canteras)			

EXISTENCIA DE ELEMENTOS ESENCIALES

- Elementos esenciales no vulnerables o vulnerabilidad no identificada
- Elementos esenciales vulnerables identificados

La vulnerabilidad espacial (debida a la exposición a amenazas) es relativamente elevada en cada una de las mallas.

Bibliografia

AIQ (1992) – *Atlas Infográfico de Quito. Socio-dinámica del espacio y política urbana*, 41 láminas bilingües (español, francés), cuadros, gráficos, 29,7 x 42 cm, IGM-IPGH-ORSTOM, Quito, París.

Ayabaca, E. (2002) – Peligro por flujos de lodo e inundaciones en el Distrito Metropolitano de Quito, en *Memorias del Seminario «Gestión de riesgos y prevención de desastres»*, Quito, 24-25 de enero de 2001, FLACSO-COOPI-ECHO, Quito, Ecuador, p. 40-54.

Bavoux, J.-J. (Dir.) (1998) – *Introduction à l'analyse spatiale*, Collection Synthèse, Série Géographie, Armand Colin, París, 96 p.

Béguin, H. (1995) – Analyse quantitative, in : *Les concepts de la géographie humaine*, Masson, París, p. 211-219.

Benedetti, D., Benzoni, G., Parisi, M.A. (1988) – Seismic vulnerability and risk evaluation for old urban nuclei, in : *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, vol. 16, p. 183-201.

Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., Wisner, B. (1994) – *At Risk. Natural peoples's vulnerability, and disasters*, Routledge, London and New York, 280 p.

Blancher, P. (1998) – Risques, ville et réseaux techniques urbains, en Philippe Blancher (Dir.), *Risques et réseaux techniques urbains*, Collection du CERTU, Lyon, France, p.13-24.

Chatelain, J-L., Guillier, B., Yepes, H., Fernández, J., Valverde, J., Tucker, B., Hoefer, G., Kaneko, F., Souris, M., Dupérier, E., Yamada, T., Bustamante, G., Egüez, A., Alvarado, A., Plaza, G., Villacis, C. (1996) – Projet pilote de scénario sismique à Quito (Équateur) : méthode et résultats, en *Bulletin de l'IFEA*, tome 25 n°3, p. 553-588.

COOPI (2002) – Obras realizadas por COOPERAZIONE INTERNAZIONALE con el proyecto ECHO ECU/210/2000/01001 «Support to the population affected by floods in the marginal areas of Quito, Ecuador», in : COOPI-FLACSO-ECHO, *Memorias del seminario «Gestión de riesgos y prevención de desastres»*, Quito, 24-25 de enero de 2001, p. 167-184.

Coste, L. (1998) – Le réseau électrique, vulnérabilité et agressivité vis-à-vis de tous les autres réseaux, en Philippe Blancher (Dir.), *Risques et réseaux techniques urbains*, Collection du CERTU, Lyon, France, p. 71-78.

Croix-Rouge (1993) – *The Challenges of Human Development. The Future of the Red Cross in Latin America and the Caribbean*, Tome 1, 289 p.

Cuerpo de Bomberos de Quito (2003) – *Bases de datos de intervención en el DMQ*, Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana, Unidad de Prevención de Desastres, 24 fichas.

Dauphiné, A. (2001) – *Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer*, Armand Colin, París, 288 p.

Dávila, A. (1992) – Estabilidad geomorfológica de la región de Quito, Lámina 04 del *Atlas Infográfico de Quito. Socio-dinámica del espacio y política urbana*, 41 láminas bilingües (español, francés), cuadros, gráficos, 29,7 x 42 cm, IGM-IPGH-ORSTOM, Quito, París.

Del Pino, I. y Yepes, H. (1990) – *Apuntes para una historia sísmica de Quito. Centro Histórico de Quito. Problemática y perspectivas*, Dirección de planificación, Ilustre Municipio de Quito, Ecuador, p. 67-100.

Demoraes, F. (2004) – *Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Équateur)*, Thèse de doctorat en géographie, Université de Savoie, Chambéry, 587 p.

Denis, H. (1993) – *Gérer les catastrophes. L'incertitude à apprivoiser*, Les Presses de l'Université de Montréal, Collection Intervenir, Montréal, 248 p.

D'Ercole, R. (1991) – *Vulnérabilité des populations face au risque volcanique. Le cas de la région du volcan Cotopaxi (Équateur)*, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, 460 p.

D'Ercole, R. (Dir.) (1996) – *Les risques naturels et leur gestion en*

Équateur, Bulletin de l'IFEA, Tome 25, N° 3, IFEA-ORSTOM-CIFEG, 302 p.

D'Ercole, R. (2003) – Catastrophes et disparités de développement dans la Caraïbe, *Mappemonde*, N° 72/4, p. 37-42.

D'Ercole, R., Pigeon, P. (1999) – L'expertise internationale des risques dits naturels : intérêt géographique, *Annales de Géographie*, n° 608, p. 339-357

D'Ercole, R., Metzger, P. (2000) – La vulnérabilité de Quito (Équateur) face à l'activité du volcan Guagua Pichincha. Les premières leçons d'une crise volcanique durable, en *La géographie des risques dits naturels : entre géographie fondamentale et géographie appliquée*, Cahiers savoisiens de géographie N°1, p. 39-52.

D'Ercole R., Metzger P. (2002) – *Los lugares esenciales del Distrito Metropolitano de Quito*, Colección Quito Metropolitano, MDMQ-IRD, Quito, Ecuador, 226 p.

D'Ercole, R., Metzger, P. (2002) – Diferenciaciones espaciales y sociales, representaciones y manejo del riesgo volcánico en Quito, en FLACSO-COOPI-ECHO, *Memorias del seminario «Gestión de riesgos y prevención de desastres»*, Quito, 24-25 de enero de 2001, p. 40-54.

D'Ercole, R., Metzger, P., Mena, A., Serrano, T. (2002) – *Salud y riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito. Análisis espacial y vulnerabilidad de los establecimientos de salud*, Programa de Investigación Sistema de Información y riesgos en el DMQ, IRD-MDMQ, 146 p.

D'Ercole, R., Trujillo, M. (2003) – *Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador: los desastres, un reto para el desarrollo*, COOPI-Oxfam GB-IRD, Quito, Ecuador, 225 p.

D'Ercole, R., Metzger, P. (en prensa) – Aléa, vulnérabilité et matérialité sociale du risque. Pour une gestion préventive des territoires, *Les Annales de la Recherche Urbaine*.

Dirección General de Protección Civil (1997) – *Normativa Básica Española sobre Protección Civil*, Protección Civil España, 190 p.

Dirección General de Seguridad Ciudadana (2000) – *Plan Metropolitano de Seguridad Desastre N° 2000-002-DGSC-MDMQ para el Distrito Metropolitano de Quito*, Quito, 146 p.

Dominique, P., Samarcq, F. (1997) – *Microzonage du bassin d'Annecy, 1e phase*, Rapport BRGM R 39810, 43 p.

Dourlens, C., Vidal-Naquet, P. (1991) – Le risque et la sécurité dans le domaine de l'eau et de l'assainissement urbain, in : Dourlens, C., Galland, J.-P., Theys, J., Vidal-Naquet, P., *Conquête de la sécurité, gestion des risques*, L'Harmattan, p.127-142.

Dubois-Maury, J., Chaline, C. (2002) – *Les risques urbains*, Armand Colin, París, 208 p.

EPN, GeoHazards Internacional, MDMQ, IRD, OYO Corporation (1995) – *Proyecto para el manejo del riesgo sísmico: síntesis*, Quito, 33 p.

Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards Internacional, Ilustre Municipio de Quito, ORSTOM, OYO Corporation (1994) – *The Quito, Ecuador, Earthquake Risk Management Project: a compilation of methods, data, and findings*, GeoHazards International, Standford University, 284 p.

ESPE (2003) – *Nota explicativa del mapa de peligrosidad por flujos de lodo del volcán Cotopaxi en el valle de los Chillos (Tramo Cashapamba-El Triángulo)*, Sangolquí, 28 p.

Estacio, J. (2004) – *Risques technologiques liés au stockage et au transport de combustibles dans le District Métropolitain de Quito*, Mémoire de DEA « Structures et dynamiques spatiales », Université de Savoie, 91 p.

Estacio, J., D'Ercole, R. (2001) – *Almacenamiento, transporte y peligrosidad de combustibles, productos químicos y radioactivos en el Distrito Metropolitano de Quito*, Cooperación científica y técnica IRD-MDMQ, Vol.1 «Cartografía y análisis», 60 p., Vol. 2 «Mapas, metadatos y anexos», 104 p.

Estacio, J., D'Ercole, R. (2003) – *Memorias sobre la erupción del volcán Reventador: consecuencias y experiencias vividas en la semana de emergencia del 3 al 11 de noviembre 2002 en el Distrito Metropolitano de Quito*, IRD-Unidad de

Prevención de Desastres, Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana, 50 p.

FEUILLETTE, S., METZGER, P., LE GOULVEN, P. (1998) – L'approvisionnement en eau de la ville de Quito: Entreprise publique et systèmes communautaires, quelle coexistence pour une gestion durable ?, en *Actes de la Table Ronde « Dynamiques sociales et environnement »*, Bordeaux, p. 505-520.

GALLAIS, J. (1994) – *Les tropiques. Terres de risques et de violences*, Armand Colin, París, 272 p.

GUERRERO, P., D'ERCOLE, R. (2001) – *Análisis de la crisis energética y el proceso de apagones en Quito (1991-1997)*, Cooperación científica y técnica IRD-MDMQ, Quito, reporte, 58 p.

HALL, M.L., BEATE, B. (1991) – El volcanismo Plio-Cuaternario en los Andes del Ecuador, en *El paisaje volcánico de la Sierra ecuatoriana*, Estudios de Geografía, Vol. 4, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Corporación Editora Nacional p. 5-18.

LAVELL, A. (1994) – Prevention and mitigation of disasters in Central America: vulnerability to disasters at the local level, in : VARLEY A. (Ed.), Disasters, *Development and Environment*, Willey and Sons, London, p. 49-64.

LE BERRE, M. (1992) – Territoires, en Antoine BAILLY, Robert FERRAS et Denise PUMAIN, *Encyclopédie de Géographie*, Economica, París, p. 617-638.

LEVY, J., LUSSAULT, M. (2003) – *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Berlin, París, 1.033 p.

LUTOFF, C. (2000) – *Le système urbain niçois face à un séisme : méthode d'analyse des enjeux et des dysfonctionnements potentiels*. Thèse de doctorat, Université de Savoie, Chambéry, 368 p.

MADARIAGA, R., PERRIER, G. (1991) – *Les tremblements de terre*, Presses du CNRS, France, 212 p.

MATE (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement), METL (Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement) (1999) – *Plans de prévention des risques naturels (PPR) : risques de mouvements de terrain. Guides méthodologiques*, La Documentation Française, París, 72 p.

MENA, A., D'ERCOLE, R. (2002) – *Organizaciones sociales en Quito y su papel en la prevención y en caso de desastre*, Reporte no publicado, Cooperación científica y técnica IRD-MDMQ, 33 p.

METZGER, P. (2001) – *Perfiles ambientales en Quito*, Colección Quito Metropolitano, ORSTOM-MDMQ, 117 p.

METZGER, P., BERMÚDEZ, N. (1996) – *El medio ambiente urbano en Quito*, Colección Quito Metropolitano, ORSTOM-MDMQ, 179 p.

METZGER, P., D'ERCOLE, R., SIERRA, A. (1999) – Political and scientific uncertainties in volcanic risk management: the yellow alert in Quito in October 1998, in: *Geojournal* 49, Kluwer Ed., p. 213-221.

METZGER, P., D'ERCOLE, R., SIERRA, A. (1999) – Enjeux et incertitudes de la gestion du risque volcanique à Quito, *Annales de la Recherche Urbaine* N° 83/84, septiembre de 1999, p. 185-194.

OMS/OPS (2001) – *Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: guía para una respuesta eficaz*, Washington D.C., 88 p.

OPS (1999) – *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud. Programa de preparativos para situaciones de emergencia y coordinación del socorro en casos de desastres*, Serie Mitigación de Desastres, Washington DC. 128 p.

PELTRE, P. (1989) – Quebradas y riesgos naturales en Quito, período 1900-1988, en *Riesgos naturales en Quito*, Estudios de geografía, Vol. 2, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Corporación Editora Nacional, p. 45-91.

PELTRE, P., D'ERCOLE, R. (1992) – La ville et le volcan. Quito, entre le Pichincha et le Cotopaxi (Équateur), in : *Cahiers des Sciences Humaines*, 28 (3), p. 439-459.

PERRIN, J.-L., SIERRA, A., FOURCADE, B., POULENARD, J., RISSER, V., JAMEAU, J.-L., GUEGUEN, P., SÉMIOND, H. (1997) – *Quito face à un risque d'origine naturelle : la lave torrentielle du 31 mars 1997 dans le quartier de La Comuna*, Mission ORSTOM en Équateur, Programme SISHILAD, EMAAPQ-INAMHI-ORSTOM, 34 p.

PIGEON, P. (2002) – Réflexions sur les notions et les méthodes en géographie des risques dits «naturels », *Annales de Géographie*, n° 627-628, p. 452-470.

PLASSARD, F. (1992) – Les réseaux de transport et de communication, en Antoine BAILLY, Robert FERRAS et Denise PUMAIN (Eds.), *Encyclopédie de Géographie,* Economica, París, p. 533-556.

PLAZA, G., MARURI, R. (1994) – Evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos en el área urbana de Quito, en Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards Internacional, Ilustre Municipio de Quito, ORSTOM, OYO Corporation, *The Quito, Ecuador, Earthquake Risk Management Project: a compilation of methods, data, and findings*, GeoHazards International, Standford University, Anexo V, p. 223-229.

PNUD (1997) – *Rapport mondial sur le développement humain,* Economica, París, 267 p.

PNUD (2003) – *Reporte global de la reducción del riesgo de desastre: un desafío para el desarrollo*, Bureau for Crisis Prevention and Recovery, 203 p.

POURRUT, P., LEIVA, I. (1989) – Las lluvias de Quito: características generales, beneficios y problemática, en *Riesgos naturales en Quito: lahares, aluviones y derrumbes del Pichincha y del Cotopaxi*, Estudios de Geografía, Vol. 2, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Corporación Editora Nacional, Quito, p. 33-44.

SAMANIEGO, P., ROBIN, C., MONZIER, M., EISSEN, J.-P., MOTHES, P., HALL, M.L. (2004) – El complejo volcánico Cayambe: síntesis geológica, actividad holocénica y evaluación de los peligros volcánicos, en *Geociencias*, Vol. 1, Instituto Geofísico EPN-IRD, Corporación Editora Nacional, p. 35-43.

SERRANO, T., D'ERCOLE, R. (2004) – *Análisis de la reducción de las vulnerabilidades del Distrito Metropolitano de Quito. Los aspectos más desarrollados, las mayores dificultades, las perspectivas a futuro*, Cooperación científica y técnica IRD-MDMQ, Mayo de 2004, Quito, 86 p.

SIERRA, A. (2000) – *Gestion des enjeux des espaces urbains à risque d'origine naturelle. Les versants et les quebradas de Quito, Équateur*, Thèse de doctorat, Centre de Recherche en Analyses Géopolitiques, Université de Paris VIII, Vincennes-Saint-Denis, 326 p.

STIELJES, L., BOUR, M., MONGE, O. (1997) – *Projet GEMITIS Nice : évaluation de l'aléa sismique local sur la ville de Nice*, Rapport BRGM R39082, 22 p.

THOURET, J.-C., LEONE, F. (2003) – Aléas, vulnérabilité et gestion des risques naturels, in : V. MORINIAUX, *Les risques*,, Ed. du Temps, Nantes, p. 37-70.

UNDRO-UNESCO (1985) – *Volcanic emergencies management*, New York, 86 p.

UPAD-DGP-IRD (1999) – Consecuencias de la alerta naranja y de las explosiones del 5 y del 7 de octubre, Elementos de reflexión. Informe de trabajo, 14 p.

VALVERDE, J., FERNÁNDEZ, J., VACA, T., JIMÉNEZ, E., ALARCÓN, F. (2001) – Microzonificación sísmica de los suelos del Distrito Metropolitano de Quito, Escuela Politécnica Nacional, 6 p.



1 - Plaza de la Independencia (conocida igualmente como Plaza Grande), un lugar esencial del DMQ donde se ubican el Palacio Presidencial, la Catedral y la Alcaldía.

Foto: R. D'Ercole, junio de 2003



2 - La planta de tratamiento de agua de Bellavista que abastece a cerca del 40% de la ciudad de Quito.

Foto: EMAAP-Q



3 - Uno de los principales hospitales de Quito (Eugenio Espejo): una vulnerabilidad ligada en gran parte a su difícil acceso (permanentes embotellamientos durante el día)

Foto: A. Tupiza, junio de 2003



4 - Un lugar esencial de la movilidad: la avenida Mariscal Sucre entre los túneles de San Juan y San Roque. Este eje, que permite conectar el norte con el sur de la ciudad de Quito, es el que mayor circulación concentra (70.000 vehículos por día en las dos direcciones)

Foto: F. Demoraes, diciembre de 2002.



5 - Un eje vial esencial que une la ciudad de Quito a los valles orientales (Vía Interoceánica), cortada por un derrumbe en mayo de 1998. Actualmente se construye un túnel.

Foto: F. Demoraes, julio de 2000.



6 - Una situación habitual: una vía urbana (cruce entre las avenidas Los Shyris y Naciones Unidas) perturbada por una inundación ligada a la insuficiencia de la red de alcantarillado.

Foto: R. D'Ercole, 24 de mayo de 2004.





7 y 8 - Un elemento esencial del DMQ: el aeropuerto Mariscal Sucre afectado por la ceniza del volcán Guagua Pichincha. Permaneció cerrado del 5 al 14 de octubre de 1999

Fotos: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (EPN)





9 y 10 - Otro elemento esencial del DMQ: su patrimonio histórico y cultural. A la izquierda, una fachada de la iglesia La Compañía fisurada por el terremoto del 5 de marzo de 1987. Arriba, trabajos de restauración en el centro histórico después del sismo.

Fotos: FONSAL





11 y 12 - La iglesia de San Francisco dañada por el sismo de 1868. Arriba a la izquierda, fotografía tomada antes del sismo; arriba a la derecha, fotografía tomada después del sismo.

Fotos: Archivo del Banco Central del Ecuador



13 - La iglesia actualmente. Se observará que el segundo piso de los companarios no fue reconstruido.

Foto: A. Mena, marzo de 2003



14 - La población del del barrio de La Comuna, afectada por por el flujo de lodo y escombros del 31 de marzo de 1997.

Foto: Perrin y otros, 1997



15 - Población de El Panecillo, afectada por un deslizamiento ocurrido el 18 de mayo de 2000

Foto: D. Demoraes





17 - Población en peligro: la localizada al borde de una antigua cantera (sector de San Roque).

Foto: Dirección Metropolitana de Seguridad Ciudadana, noviembre de 2002

16 - Población en peligro: la localizada al borde de la quebrada La Raya (sur de Quito)

Foto: J. Estacio



18 - Población en peligro: la ubicada cerca de la planta El Beaterio (sur de Quito). El riesgo disminuyó en 2003 con la transferencia del almacenamiento de GLP a Itulcachi. Sin embargo, permanecen en el sitio importantes cantidades de combustible líquido.

Foto: R. D'Ercole, enero de 2002

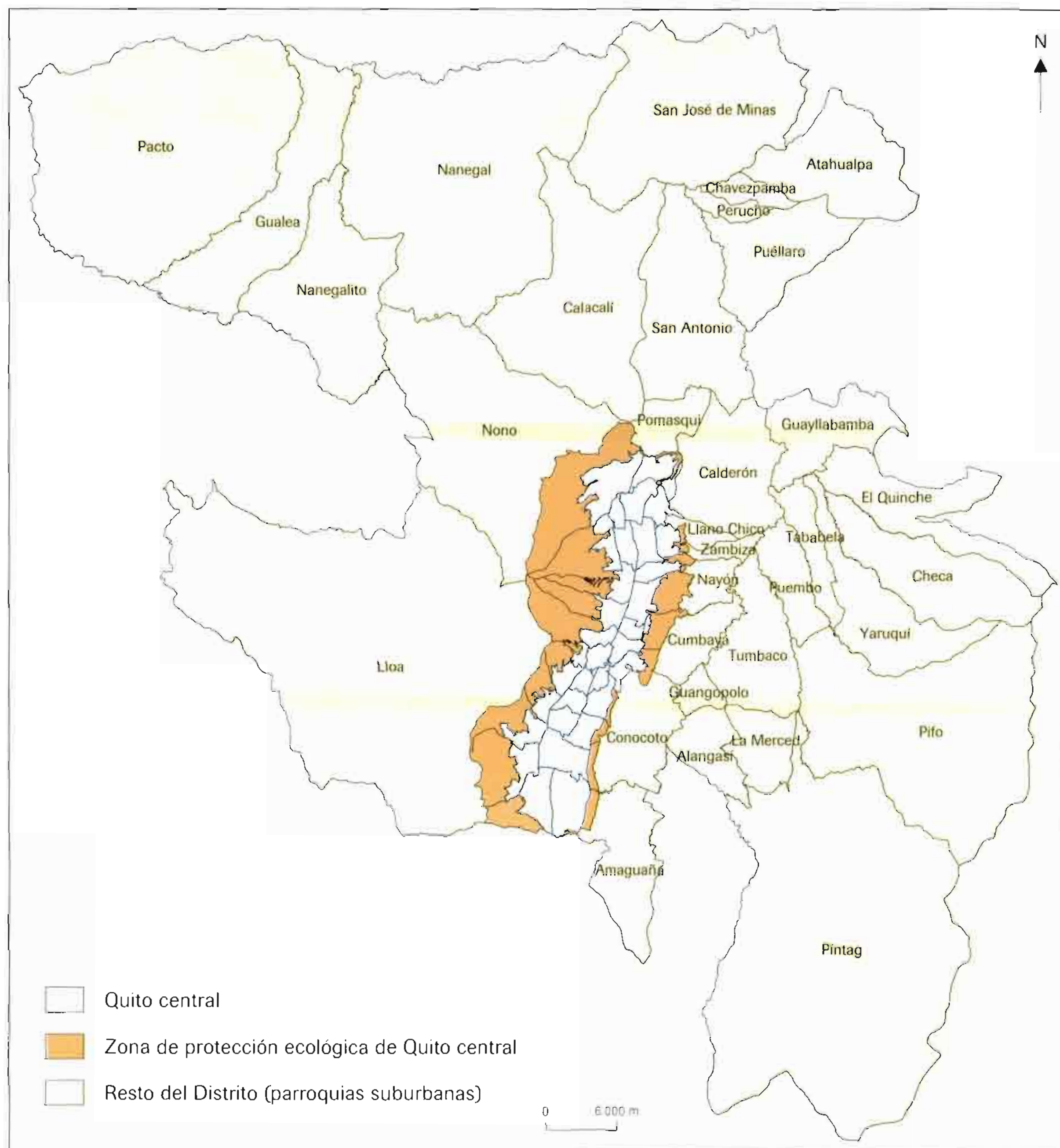
19 y 20 - Pequeñas obras destinadas a mejorar el escurrimiento en los terrenos en pendiente, realizadas en el marco de un proyecto de la ONG Cooperazione Internazionale en 2000, en el barrio Atucucho (antes y después)

Foto: COOPI

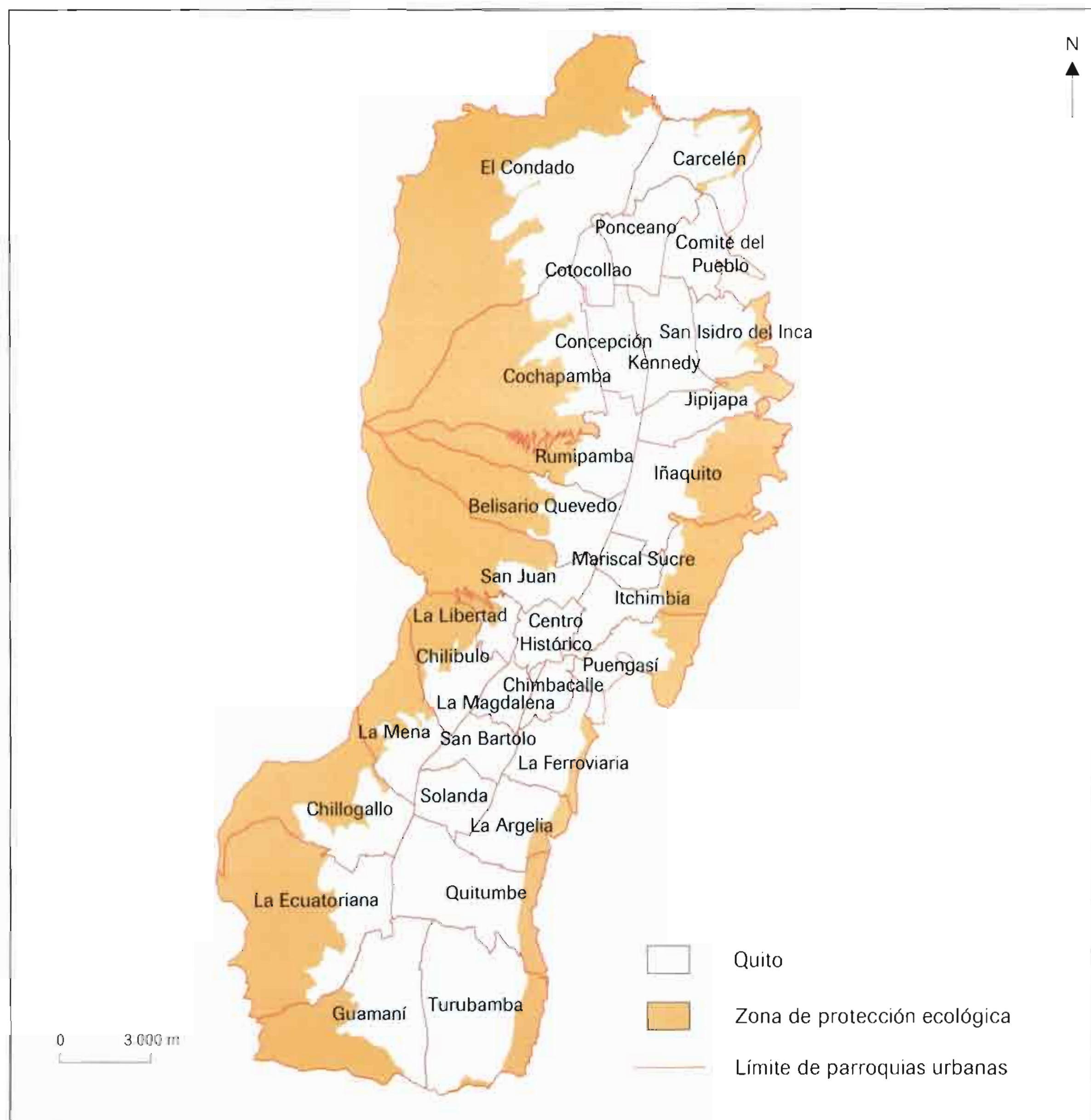




Mapa de localisación 1 - Distrito Metropolitano de Quito



Mapa de localisación 2 - Quito y zona de protección ecológica de Quito central



Siglas utilizadas

ACOSE Asociación de Compañías de Seguros del Ecuador
AME Asociación de Municipalidades del Ecuador

BID Banco Interamericano de Desarrollo

CAF Corporación Andina de Fomento
CENACE Centro Nacional de Control de Energía
CIIU Clasificación Industrial Internacional Uniforme.
CIREM Comité Interinstitucional de Respuesta a Emergencias Médicas
CODIGEM Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica
CONASAE Comisión Nacional de Salud y Atención de Emergencias
CONCOPE Consorcio de Consejos Provinciales del Ecuador
CONSEP Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas
COPEFEN Unidad Coordinadora para enfrentar Fenómenos Naturales
CORPAIRE Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito

DAC Dirección General de Aviación Civil
DIRDN Década Internacional de Reducción de Desastres Naturales
DMTV Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda
DTM Dirección Tributaria Municipal

ECH Empresa del Centro Histórico
EEQ Empresa Eléctrica Quito
EMI Earthquakes and Megacities Iniciative
EMMAP-Q Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito
ESPE Escuela Politécnica del Ejército

FASBASE Fortalecimiento y Ampliación de los Servicios Básicos de Salud en el Ecuador
FIC Facultad de Ingeniería Civil (EPN)
FONSAL Fondo de Salvamento del Patrimonio Cultural

GESI *Global Earthquake Safety Initiative*

IESS Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
IG-EPN Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
INNFA Instituto Nacional del Niño y la Familia
INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INEMIN Instituto Ecuatoriano de Minería
INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización
INOCAR Instituto Oceanográfico de la Armada
IQCA Índice Quiteño de Calidad del Aire

JUNAPLA Junta de Planificación

MSP Ministerio de Salud Pública

ODEPLAN Oficina de Planificación
OGM Organismos Genéticamente Modificados
OMS Organización Mundial de la Salud
OPS Organización Panamericana de la Salud

PAUD Por el Ambiente Urbano y el Desarrollo
PGDT Plan General de Desarrollo Territorial
PNUD Programa de Las Naciones Unidas para el Desarrollo
PSA Programa de Saneamiento Ambiental
PUOS Plan de Uso y Ocupación del Suelo

RED Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina
REMMAQ Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito

SENPLADES Secretaría Nacional de Planificación del Desarrollo
SIAT Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito de la Policía Nacional
SISHILAD Sistema de Pronóstico Hidrológico de las Laderas del Pichincha y del Área Metropolitana de Quito
SOLCA Sociedad de Lucha contra el Cáncer
SOTE Sistema de Oleoductos TransEcuatorianos
SRI Servicio de Rentas Internas
UNDRO *United Nations Disaster Relief Office*
UNEP Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UPAD Unidad de Prevención y Atención de Desastres
USGS United States Geological Survey

Cuadros

6 - Vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua

7. Vulnerabilidad de la movilidad

8 - Vulnerabilidad de las empresas

9. Vulnerabilidad de la población

Síntesis

Figuras

Mapas

1 - Elementos esenciales

2 - Accesibilidad

3. Amenazas

7. Vulnerabilidad de la movilidad

8. Vulnerabilidad de las empresas

9. Vulnerabilidad de la población

10. Elementos útiles para el manejo de crisis

11. Lugares esenciales del manejo de crisis

12. Vulnerabilidad de los establecimientos de salud

14. Institucionalización de los riesgos

Síntesis

Fotos



Este libro constituye la segunda etapa del programa de investigación «Sistema de Información y Riesgos en el Distrito Metropolitano de Quito», desarrollado por la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ) y el *Institut de Recherche pour le Développement* (IRD, ex ORSTOM).

Su objetivo es poner en evidencia las diferentes formas de vulnerabilidad que presenta el territorio metropolitano. Analiza en primer término las bases espaciales de la vulnerabilidad del territorio, partiendo del cruce de la localización de los elementos esenciales del DMQ con criterios espaciales que muestran una vulnerabilidad *a priori* del territorio, a saber la exposición a las amenazas y la calidad de la accesibilidad. Luego examina la vulnerabilidad de algunos elementos esenciales (redes de agua y energía eléctrica, movilidad, empresas y población), desarrollando una metodología adaptada a cada uno de ellos. Se analizan 6 formas de vulnerabilidad: vulnerabilidad intrínseca, exposición a las amenazas y susceptibilidad de daños, dependencias, alternativas de funcionamiento, capacidad de control y preparación para el manejo de crisis.

Se estudia la reducción de la vulnerabilidad en el DMQ primeramente identificando los elementos esenciales que le permiten enfrentar una situación de crisis. Se dedica un capítulo a la vulnerabilidad de los principales establecimientos de salud, elementos fundamentales tanto en periodo normal como en situación de crisis. La obra ofrece un panorama de las modalidades de reducción de la vulnerabilidad existentes, a través de acciones, políticas y procesos de institucionalización. El libro concluye con una cartografía de síntesis de los lugares que generan la vulnerabilidad territorial del Distrito Metropolitano de Quito.

Si bien se dirige en primer término a los encargados del manejo de los riesgos en el DMQ, este libro está destinado a todos los especialistas del tema, a los planificadores urbanos y de manera general a todo el público interesado en comprender el funcionamiento y la vulnerabilidad de la capital ecuatoriana.

Dirección Territorio y Vivienda | QUITO Distrito Metropolitano

IRD Institut de recherche pour le développement

ISBN 9978-970-52-5

